



ESTUDIO

“USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN”

GRUPO DE TRABAJO GESTIÓN DEL AGUA

ABRIL 2023



EQUIPO DE TRABAJO





EQUIPO EDITOR “GT GESTIÓN DEL AGUA”

ANDREA CERUTI LAGOS, Presidenta GT Gestión del Agua

PABLO GONZÁLEZ MASSARDO, Vicepresidente GT Gestión del Agua

CRISTIÁN MORENO DÍAZ

FERNANDO BUSTAMANTE RODRÍGUEZ

BEGOÑA LÓPEZ TYRER

MARISOL CORTEZ VILLANUEVA

RAFAEL DE LA RIVERA ZARATE

PILAR POBLETE JIMÉNEZ

VERÓNICA SOTO CIFUENTES

MARÍA CAROLINA ZÁRATE GENESTIER

EDUARDO ACEVEDO RIVERA

CLAUDIA VICENCIO VEGA

CAROLINA OLIVÉ LÓPEZ

MARCELO MARTÍNEZ RITTER

ELIZABETH RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

OTILIA DONOSO RIVEROS

TOMÁS RIEDEL GREZ



EQUIPO GREENING

- DAVID GONZÁLEZ CABEZAS, Gerente General y de Sostenibilidad
- SCARLETT CONCHA SAAVEDRA, Gerenta de Operaciones Sostenibles
- IVONNE CONSTANZO SEPÚLVEDA, Ingeniera Jefe de Proyectos
- LAURA CALCAGNO ARRIAGADA, Ingeniera Jefe de Proyectos
- CAMILA CIFUENTES BURGOS, Ingeniera de Proyecto

APOYO EXTERNO GREENING

- PATRICIA GONZÁLEZ SANCHEZ, Ingeniera Química Doctora en Ciencias Ambientales
- JUAN PABLO MARDONES GARAY, Arquitecto.
- JOSEFINA GABAI SILVA, Ingeniera Ambiental.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

- OLIVER MUSSIETT, Diseñador Gráfico

NUESTRO COMPROMISO CON LA SOSTENIBILIDAD

Chile y en particular la Zona Central del país, atraviesan la más profunda y extensa sequía de su historia. Nunca antes el país había sufrido una condición de escasez hídrica como la que vivimos, la que está desafiando a todos los actores del desarrollo nacional. Más aun a quienes formamos parte del sector productivo y hacemos un uso intensivo del recurso agua en nuestras actividades. Y, en atención a que es un desafío que nos convoca a todos como sociedad, como es tradición de nuestro gremio, también quisimos ser parte de la solución.

Es por ello que como Cámaras regionales de Valparaíso y Rancagua más la Gerencia de Vivienda CChC, y a través de la gestión de nuestro grupo de trabajo Gestión del Agua creado especialmente para enfrentar este desafío, nos abocamos a la tarea de elaborar un proyecto que permitiera proponer y promover la adopción de medidas concretas por parte de las empresas de nuestra industria, para responder, desde nuestro sector, a la emergencia, y contribuir a asegurar la disponibilidad de agua para la población.

Nuestro objetivo es ambicioso: queremos lograr que nuestra industria gestione de modo eficiente el uso del agua en el ciclo de vida de los proyectos de construcción y hacer, de esta manera, como gremio, una contribución concreta para superar la crisis hídrica que afecta al país.

Y para lograrlo, lo primero que advertimos es que no contábamos con estudios y datos que nos permitieran dimensionar y poner en perspectiva el problema. Es por ello que nos dimos a la tarea inmediata de desarrollar y ejecutar un proyecto con una primera etapa diagnóstica, destinada a generar estado del arte sobre el uso del agua en el ciclo de vida de proyectos de construcción (catastro de datos, tecnologías, materiales y buenas prácticas, entre otros).

El trabajo fue encargado a la consultora Greening y el resultado es el que presentamos en estas páginas. Desde ya vayan nuestros agradecimientos a todos los que trabajaron y colaboraron en este estudio y a los socios que han participado activamente en nuestro GT Gestión del Agua, ratificando con su participación la apuesta por la sostenibilidad de nuestro gremio.

En efecto, nuestro compromiso con el país como constructores, nos motiva a buscar nuevas instancias y oportunidades de mejoras, para contribuir a su desarrollo sostenible.

Esperamos hacer así, desde nuestras Cámaras regionales y a través de un trabajo integrado de nuestros socios y socias, un aporte sustantivo para resolver el problema del uso ineficiente del agua en el sector construcción. Y estamos orgullosos de poder hacerlo.

Muchas gracias. Y a cuidar el agua...



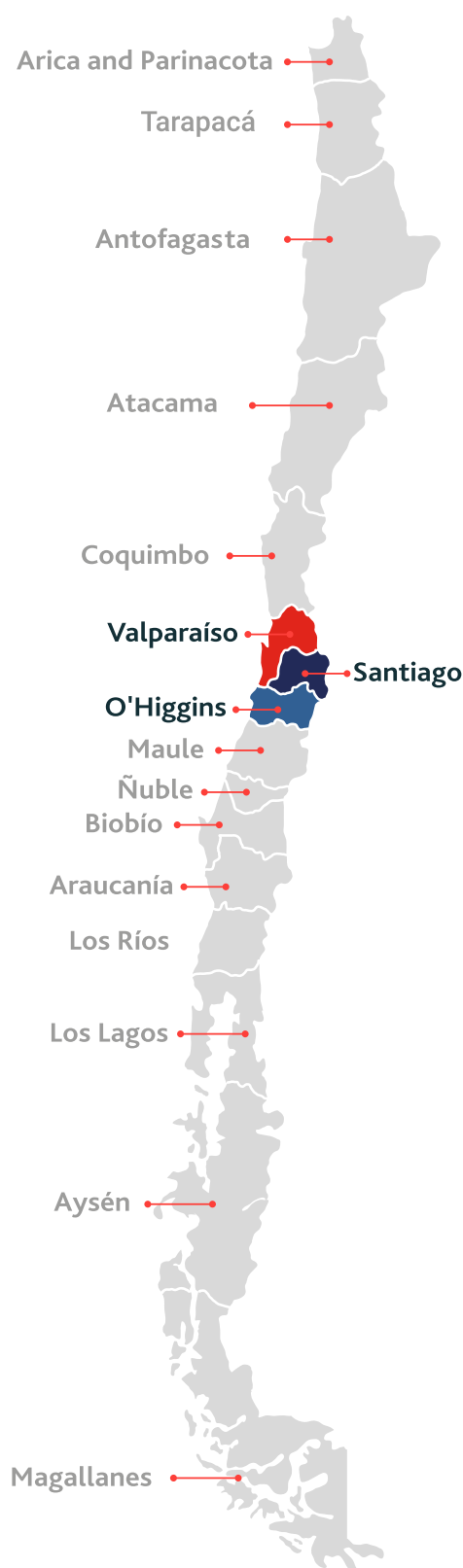
Gabriel Benavente Font de la Vall,
presidente CChC Valparaíso



Juan Pablo Gramsch Labra,
presidente CChC O'Higgins

RESUMEN EJECUTIVO





El presente Estudio buscó realizar un levantamiento de información respecto al estado del arte del uso del agua en proyectos de la industria de construcción enfocados principalmente a viviendas en altura, en extensión y áreas verdes en sus diferentes etapas del ciclo de vida de la construcción, es decir, diseño, construcción, puesta en marcha y operación, basado en el requerimiento del Grupo de Trabajo (GT) Gestión del Agua impulsado por las oficinas regionales de Valparaíso y Rancagua y la Gerencia de Vivienda y Urbanismo de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).

Para ello, se desarrolló en una primera instancia una búsqueda bibliográfica clasificada en técnica y científica entre el 04 de octubre y el 28 de diciembre (2022), se aplicó una encuesta a Socios y no socios de la CChC, una encuesta a Salas de Ventas y entrevistas personalizadas a actores relevantes entre el 26 de octubre y el 28 de diciembre (2022). Con la información recabada se logró identificar 49 iniciativas relacionadas a tecnologías, materialidades o buenas prácticas que pueden ser implementadas para una correcta gestión del recurso hídrico en las distintas etapas del ciclo de vida de la construcción.

Una vez identificadas las iniciativas, se procedió a elaborar una ficha para cada una de ellas. En cuanto a su contenido, se estableció una breve descripción de la iniciativa, que consideró la búsqueda de información bibliográfica en una primera instancia e información complementaria si correspondía, además de una imagen de referencia, estas se clasificaron según el tipo de proyecto (vivienda en extensión y altura y área verde) y la etapa del ciclo de vida de la construcción en la que es necesaria su planificación y aplicación.

Por otra parte, se buscó evaluar cada una de las iniciativas identificadas en base a 7 atributos los cuales fueron obtenidos a partir de los requerimientos del Estudio y además en base a propuestas generadas por el Equipo Greening. Para ello, se analizó cada iniciativa y se le asignó puntaje con una escala de 1 a 3, (a mayor puntaje, mejor es la iniciativa). Luego de la evaluación individual, se procedió a generar una matriz de atributos obteniendo una clasificación de acuerdo con su nivel de implementación, donde se puede destacar que 20 iniciativas fueron consideradas como "que cumplen con las expectativas" o bien son medianamente implementables y 29 corresponderían a que "superan las expectativas" o que son implementables, entre ellas, buenas prácticas relacionadas con reparación de fugas, educación sobre uso eficiente del agua en obras, instalación de señaléticas en faena e hidrolavado en curado de hormigón donde su principal limitación está relacionada a la complejidad de requerir realizar gestiones adicionales para su implementación.

Finalmente, se recomienda que, al momento de implementar alguna iniciativa, se debe acompañar de capacitaciones o inducciones para facilitar su aplicación. Además, es importante destacar que, si bien la gestión hídrica en la construcción está comenzando a formar parte de la industria constructiva, se debe destacar aquellas iniciativas voluntarias que se estén implementando, además de generar instancias de conversación y capacitación para dar a conocer acciones concretas que permitan cuidar el recurso hídrico, ya que como se puede observar en este Estudio, se levantaron 49 iniciativas donde la gran mayoría son aplicables en la zona de estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDO



1.	INTRODUCCIÓN	10
2.	OBJETIVO Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	13
2.1.	OBJETIVO GENERAL	14
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3.	METODOLOGÍA	15
3.1.	METODOLOGÍA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	15
3.1.1.	BÚSQUEDA TÉCNICA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	15
3.1.2.	BÚSQUEDA CIENTÍFICA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	16
3.2.	METODOLOGÍA ENCUESTAS	18
3.2.1.	ENCUESTAS A CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN	18
3.2.2.	ENCUESTAS EN SALAS DE VENTAS DIRIGIDAS A PERSONAS Y FAMILIAS EN PROCESO DE ADQUISICIÓN DE UN INMUEBLE	20
3.3.	METODOLOGÍA ENTREVISTAS A ACTORES RELEVANTES	20
3.4.	IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS, INICIATIVAS Y ACCIONES ADICIONALES DESARROLLADAS	21
3.5.	METODOLOGÍA DIAGNÓSTICO	22
3.6.	METODOLOGÍA FICHAS TÉCNICAS	24
4.	RESULTADOS	31
4.1.	BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA	31
4.1.1.	BÚSQUEDA TÉCNICA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	31
4.1.2.	BÚSQUEDA CIENTÍFICA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	31
4.2.	ENCUESTAS	81
4.2.1.	ENCUESTA NACIONAL- PROFESIONALES DEL RUBRO	81
4.2.2.	ENCUESTA SALAS DE VENTA – USUARIOS EN ADQUISICIÓN DE VIVIENDA	90
4.3.	ENTREVISTAS A ACTORES RELEVANTES	93
4.4.	IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS DE LA GESTIÓN DE AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN EN CHILE.	98
4.5.	IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS MATERIALIDADES Y BUENAS PRÁCTICAS	108
4.6.	ENCUENTRO ENAES	112
4.7.	VISITA A TERRENO	114
4.8.	DIAGNÓSTICO	116
4.9.	FICHAS TÉCNICAS POR INICIATIVA SEGREGADAS POR CATEGORÍA	127
4.9.1.	INICIATIVAS TECNOLÓGICAS	127
4.9.2.	INICIATIVAS MATERIALIDADES	131
4.9.3.	INICIATIVAS BUENAS PRÁCTICAS	135
4.10.	EVALUACIÓN DE INICIATIVAS	138
4.10.1.	COMPLEJIDAD PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	138
4.10.2.	RESTRICCIÓN PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	139
4.10.3.	APLICACIÓN EN PYME	140
4.10.4.	APLICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO	141
4.10.5.	QUICK WINS	142
4.10.6.	COSTO - BENEFICIO	143
4.10.7.	ÁMBITO CULTURAL EN MATERIA DE AVANCE	144
4.10.8.	MATRIZ DE EVALUACIÓN POR ATRIBUTO	146
5.	CONCLUSIÓN	112
6.	REFERENCIAS	120
7.	ANEXOS.	128

INTRODUCCIÓN



En los últimos años la problemática asociada a la escasez hídrica se ha ido agudizando según los datos del World Resources Institute (WRI) (Willem Hofste, Reig, & Schleifer, 2019) más de 1.000 millones de personas viven en regiones con escasez de agua, pudiendo dicha cifra llegar a los 3.500 millones de personas al 2025. Esto debido principalmente a la emergencia climática, la cual, según expertos tiene poca o ninguna posibilidad de revertirse en el mediano plazo (IPCC, 2022), siendo los países de Oriente Medio y el Norte de África los más afectados.

En el último siglo, el uso global del agua se ha multiplicado por seis y sigue aumentando a un ritmo anual de 1%, esto debido al crecimiento demográfico, al desarrollo económico y a los cambios de la humanidad en los patrones de consumo. El cambio climático y un suministro de agua más incierto agravarán la situación de las regiones en las que más escasea el agua y crearán una escasez en las regiones en las cuales actualmente se encuentran un suministro de agua estable. La escasez material de agua suele ser un fenómeno más estacional que crónico y es probable que el cambio climático altera la disponibilidad estacional de agua a lo largo del año en varios lugares (UNESCO ONU-Agua, 2020).

Chile no se encuentra exento de esta problemática, ya que durante los últimos años han ido en aumento los problemas hídricos en diversas zonas del país, pese a que es considerado un país rico en agua comparado con la disponibilidad per cápita nacional promedio de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

Más aún, el documento elaborado por el SNU en Chile (Grupo Medioambiental del Sistema de las Naciones Unidas Chile, FAO y PNUMA, 2022), menciona que los efectos del cambio climático elevan el riesgo hídrico, ya que Chile es una de las 10 naciones más vulnerables al cambio climático, pues reúne siete de las nueve condiciones de vulnerabilidad definidas por las Naciones Unidas. Consecuentemente, en promedio se ha visto disminuir las precipitaciones en un rango de 60 a 80% respecto de lo que se denomina un año normal, con efectos muy significativos en las diversas cuencas hidrológicas, en la zona centro-norte del país se ha experimentado una sequía recurrente hace más de una década, y entre las regiones de Atacama y Ñuble existe un déficit en las precipitaciones de casi un 100% respecto al promedio histórico.

Por su parte los acuíferos muestran una clara tendencia a la baja entre las regiones de Coquimbo al Maule y la acumulación de nieve registra déficit superior al 85%; con los principales embalses del país en solo un 34% de su capacidad y siendo la proyección para el caudal de los ríos cercana a los mínimos históricos (Gob.cl, -).

En relación con la Región de Valparaíso, de acuerdo información proporcionada por la Dirección general de Aguas (DGA), se encuentra declarada bajo escasez hídrica en 7 de sus 8 provincias, de acuerdo con lo indicado en los Decretos MOP N°150, 149 y 133 por un año. En cuanto a la Región Metropolitana, se tiene que de las 52 comunas 23 se encuentran declaradas con escasez hídrica según los Decretos MOP N°108, 139, 140, 152, 160, 161, 178, 179 y 180. Mientras que en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins fue declarada con escasez hídrica hasta septiembre de 2022, no siendo declarada nuevamente a la fecha (DGA, Dirección general de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, 2022).



**OBJETIVOS
DE DESARROLLO
SOSTENIBLE**



Según el último estudio de World Resources Institute (Willem Hofste, Reig, & Schleifer, 2019) del Pacto Mundial de las Naciones Unidas publicado en 2019, Chile se encuentra en el puesto 18, de un listado de 164 países, con condición de “estrés hídrico alto”, es decir, la demanda humana y ecológica de agua es más alta que la cantidad disponible durante un periodo de tiempo determinado, siendo el primer país de Latinoamérica con esta situación. Más aun, el último informe del Panel de Expertos de las Naciones Unidas (IPCC, 2022) reveló que el daño ambiental es mucho mayor al proyectado y que en parte ya es irreversible.

En general, en Chile la sequía comienza a presionar a todos los sectores productivos, incluido el de la construcción, por lo que se debe comenzar a tomar medidas para disminuir el uso del recurso hídrico en esta actividad económica.

La situación actual de los recursos hídricos está impactando directamente a la economía nacional afectando distintos sectores productivos, tales como la minería agricultura y construcción. Chile cuenta con 101 cuencas hidrológicas, cada una de estas posee características muy distintas en torno a: precipitaciones, escurrimientos y consumo poblacional, industrial, minero, agrícola y ecológico. Considerando la diversidad geográfica y climática del país, esto resulta un gran desafío en la gestión de tan valioso recurso, además se debe considerar que cerca del 65% de los habitantes del país se concentran en la zona central, lo que conlleva el 70% del uso del agua, de acuerdo con lo reportado por Donoso, 2018 (Grupo Medioambiental del Sistema de las Naciones Unidas Chile, FAO y PNUMA, 2022).

Por su parte, el sector construcción no se ve ajena a la actual crisis climática. De acuerdo con cifras expuestas por la jefa de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (DITEC), en el tercer tomo de los Estándares de Construcción Sustentable (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018), la industria de la construcción de viviendas, sólo considerando la operación de las diferentes edificaciones (pública, comercial y residencial), consume alrededor del 6% del total de agua potable a nivel país. Por lo que es importante considerar el uso del agua en todas las etapas del ciclo de vida de las viviendas, diseño, construcción y operación, para avanzar en la construcción sostenible.

En este contexto, es importante identificar los avances que tiene nuestro país en el ámbito de la Construcción Sustentable, con especial énfasis en la gestión del recurso hídrico considerando las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha y operación, conocidas como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la construcción, las cuales se definen a continuación, de acuerdo con información proporcionada por el Grupo de Trabajo (GT) Gestión del Agua de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC).



Ilustración 1: Definición etapas del ACV de la construcción.
Fuente: Elaboración propia a partir de información proporcionada por el GT Gestión del Agua CChC en agosto de 2022.

OBJETIVO Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO



2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A continuación, se detallan los objetivos del presente Estudio.

2.1. OBJETIVO GENERAL

Conocer el estado del arte del uso del agua en el ciclo de vida de proyectos de construcción e identificar iniciativas de gestión para el uso eficiente del agua en las distintas etapas del proyecto. Esto servirá como información para, que el GT Gestión del Agua, posteriormente pueda generar propuestas de acción de reutilización y/o reducción del consumo del agua, que sean aplicables en proyectos de empresas socias de la Cámara Chilena de la Construcción.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Generar el estado del arte de la gestión del uso del agua en el ciclo de vida de proyectos de construcción.
- ii. Identificar las partidas críticas del uso del agua en cada una de las etapas del ciclo de vida de proyectos de construcción (Diseño, construcción, puesta en marcha y operación).
- iii. Identificar tecnologías, materialidades y buenas prácticas para uso eficiente del agua en las distintas etapas de proyectos de construcción.

3. METODOLOGÍA

3.1. METODOLOGÍA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

3.1.1. BÚSQUEDA TÉCNICA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

La búsqueda técnica hace referencia a información disponible por parte de los organismos del estado en Chile, certificaciones a nivel nacional e internacional y normativas aplicables a la industria de la construcción, tanto a nivel nacional como internacional.

Para ello se trabajó en un horizonte de tiempo de un mes y medio, el cual inició el 04 de octubre y finalizó el 17 de noviembre del año 2022. El principal buscador utilizado fue "Google Académico" y páginas gubernamentales como el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN) de Chile.

Entre las palabras claves utilizadas se destacan "construcción sustentable", "certificaciones", "certificaciones de viviendas sustentables", "construcción en Chile", "certificación internacional de viviendas aplicable a Chile", "certificación en construcción Chile", entre otras.

Una vez realizada la búsqueda se procedió a indicar los resultados obtenidos y posteriormente identificar las posibles brechas existentes.

A continuación, se presenta un diagrama explicativo de la metodología utilizada.

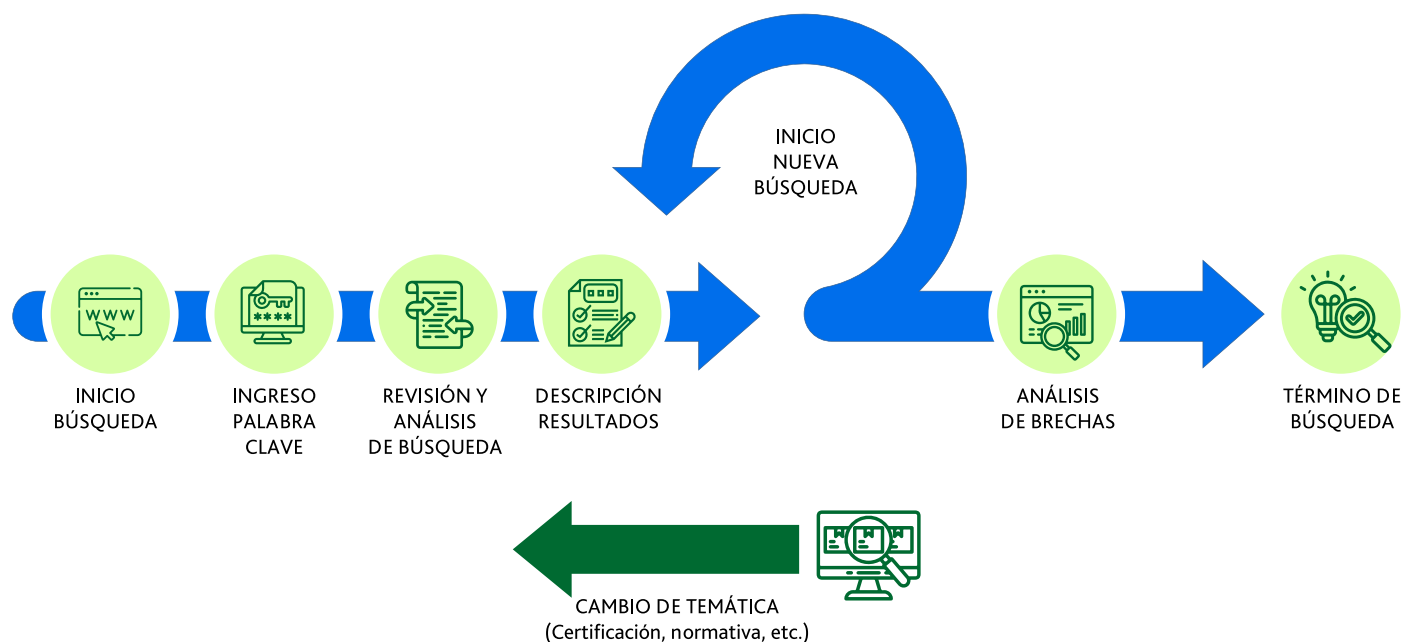


Figura 1. Diagrama aplicado a metodología búsqueda técnica a nivel nacional e internacional.
Fuente: elaboración propia a partir de metodología utilizada para búsqueda técnica.

3.1.2. BÚSQUEDA CIENTÍFICA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

En cuanto a la búsqueda científica, se encuentra relacionada con la búsqueda de información referente a artículos científicos y tesis universitarias.

Esta búsqueda se realizó entre el 19 de octubre y el 16 de noviembre del 2022, utilizando el idioma inglés y español, donde los principales buscadores utilizados para artículos científicos fueron las bases de datos de “Google Académico o Scholar Google” y “Web of Science”. A diferencia de tesis universitarias, en la cual su búsqueda fue a través de “Google” y en reservorios de universidades tales como la Universidad de Concepción (UDEC), Universidad Católica (UC), Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), Universidad de Santiago de Chile (USACH), Universidad San Sebastián (USS), Universidad de Chile (UCHILE), Universidad Andrés Bello (UNAB) y Universidad de Valparaíso (UV).

Entre las palabras más utilizadas se destacan, tesis, Water in the construction, sustainable construction, eficiencia hídrica, entre otras. Para mayor detalle a continuación se presenta las palabras utilizadas en la búsqueda científica.

Tabla 1: Palabras claves utilizadas en búsqueda científica.

NIVEL NACIONAL		NIVEL INTERNACIONAL	
Artículos Científicos	Tesis Universitarias	Artículos Científicos	Tesis Universitarias
Sustainable construction in Chile	Tesis tecnologías de uso de agua en viviendas en Chile	Sustainability of water housing in the construction industry/ Sustainability water construction industry housing	Tesis eficiencia hídrica en la industria de la construcción
Sustainable construction in Chile, water	Tesis eficiencia hídrica en la industria de la construcción/en el rubro de la construcción	Sustainability water construction / Sustainability water in construction	Tesis eficiencia hídrica en el rubro de la construcción
Water in the construction industry in Chile	Tesis gestión hídrica construcción	Sustainable construction/ Sustainable construction Europe/ Sustainable construction Latin America	Tesis gestión hídrica construcción
Water in the construction industry in Chile	Uso de agua en viviendas en Chile	Use of water in projects of the construction industry / Use of water in the construction industry	
		Water and construction/ housing/ in green areas/ in the construction industry/ management in construction	
		Sustainability water construction/ in construction	
		Sustainability water in the construction industry / housing / sustainability water construction industry housing	

Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda científica.

En cuanto al criterio de selección para artículos científicos y tesis universitarias a nivel nacional e internacional, se consideró la metodología de descarte, es decir, todos aquellos documentos con una publicación menor a seis años, utilizando como año base el 2016. No obstante, se realizó una excepción con unos de los documentos científicos, donde su criterio de selección estuvo formado por la cantidad de veces que fue citado el documento por otros autores, es decir, 100 veces citado.

Finalmente, una vez revisados los diferentes documentos, se procedió a realizar la selección de los artículos científicos y tesis universitarias y posterior análisis para luego describir las principales conclusiones obtenidas y los avances en la gestión del agua en la industria de la construcción y a su vez identificar las brechas existentes.

A continuación, se presenta el diagrama aplicado a la metodología de trabajo para la búsqueda científica a nivel nacional en internacional.

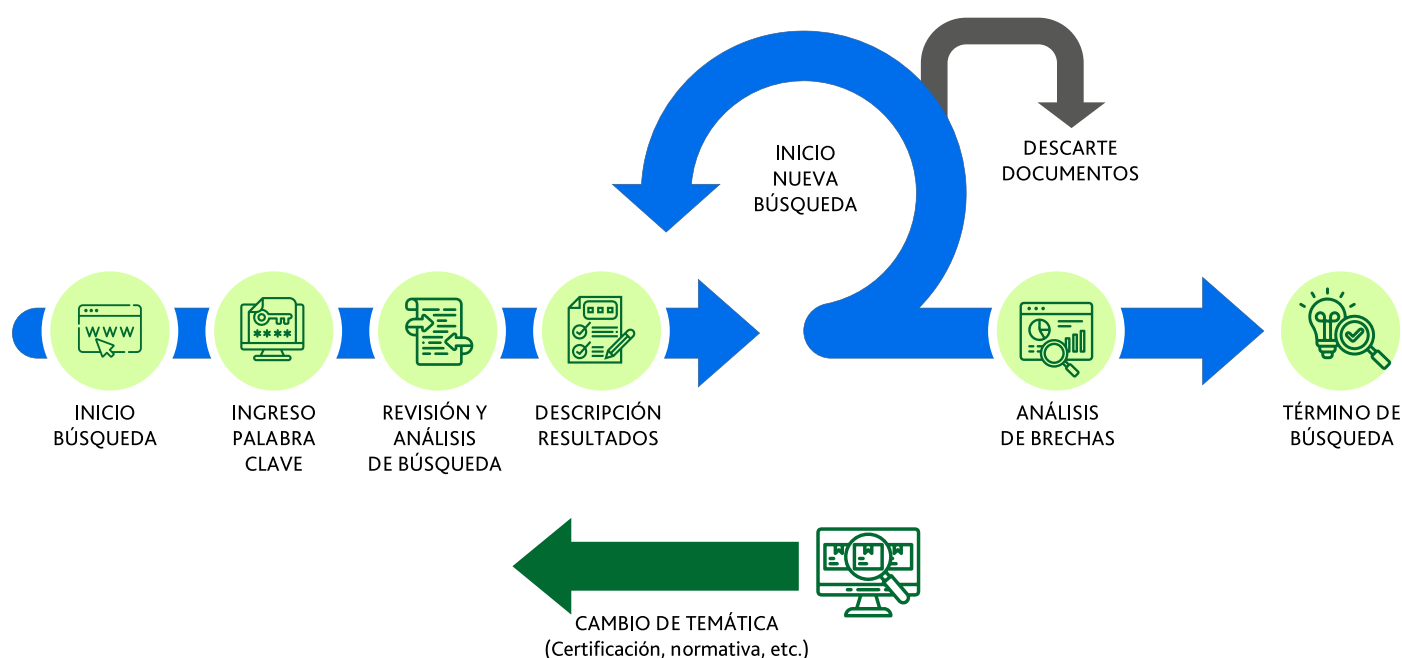


Figura 2. Diagrama aplicado a metodología búsqueda científica a nivel nacional e internacional.
Fuente: elaboración propia a partir de metodología utilizada para búsqueda científica.

3.2. METODOLOGÍA ENCUESTAS

3.2.1. ENCUESTAS A CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN

Se realizó la recopilación de antecedentes y experiencias nacionales de iniciativas, tecnologías, materiales y buenas prácticas del uso sostenible del recurso hídrico en el rubro de la construcción, a través de la aplicación de encuestas de percepción como método investigación social cuantitativo.

Tomando como referencia la encuesta elaborada previamente por el GT Gestión del Agua de la CChC de la Región de Valparaíso bajo el nombre "¿Qué conocen los socios CChC respecto al uso eficiente del agua en la construcción?", se elaboró una primera encuesta para socios de la CChC a nivel nacional y actores relevantes no socios, aplicada en forma remota a través de la plataforma Forms de Microsoft 365.

Esta primera encuesta (ver Anexo 1), luego de ser validada por la CChC, fue enviada el 26 de octubre de 2022 a los correos electrónicos de 89 personas de la CChC Valparaíso y 78 personas de la CChC Rancagua. Posteriormente, el 03 de noviembre de 2022 fue difundida a través de la CChC a los socios a nivel nacional a 80 personas del Grupo Técnico del Comité Inmobiliario y 100 personas del Grupo Técnico de Innovación Inmobiliaria. Finalmente, la encuesta fue compartida con actores relevantes no socios el 11 de noviembre de 2022.

Esta primera encuesta estuvo constituida por cinco tópicos principales:

- **Datos de contacto.**
- **Visión de la sostenibilidad del agua.**
- **Iniciativas nacionales para el uso eficiente del agua.**
- **Tecnología, materiales y buenas prácticas para uso eficiente del agua.**
- **Barreras e Incentivos.**

Las respuestas de esta encuesta fueron recibidas hasta el 30 de noviembre de 2022, llegando a un total de 66 respuestas.

A continuación, se presenta el diagrama correspondiente a la metodología utilizada para la aplicación de encuestas a Socios y no Socios de la CChC.



Figura 3. Diagrama metodología de trabajo para aplicación de encuestas a Socios y No Socios de la CChC.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. ENCUESTAS EN SALAS DE VENTAS DIRIGIDAS A PERSONAS Y FAMILIAS EN PROCESO DE ADQUISICIÓN DE UN INMUEBLE

Se elaboró una segunda encuesta para ser aplicada a usuarios que se encuentran en etapa de postulación o adquisición de vivienda (ver Anexo 2), la cual luego de ser validada por la CChC, fue difundida junto con un folleto explicativo en 25 salas de ventas de la Inmobiliarias Socias de la CChC, con la finalidad de saber sus expectativas o lo que les gustaría que tuviera incorporada su vivienda en cuanto a la eficiencia hídrica, abarcando tres tópicos:

- Datos de contacto.
- Visión de la Sostenibilidad hídrica.
- Expectativas de eficiencia hídrica en la vivienda.

Las respuestas de esta encuesta también fueron recibidas hasta el 30 de noviembre de 2022, llegando a un total de 76 respuestas. Los datos levantados en ambas encuestas fueron descargados de forma tabulada desde la plataforma Forms, para luego desarrollar graficas a través de Excel que permitieran el análisis de las respuestas obtenidas.



Figura 4. Diagrama metodología de trabajo para aplicación de encuestas en Salas de Ventas de Socios de la CChC.
Fuente: Elaboración propia.

3.3. METODOLOGÍA ENTREVISTAS A ACTORES RELEVANTES

Se realizó la recopilación de antecedentes y experiencias nacionales de iniciativas, tecnologías, materiales y buenas prácticas del uso sostenible del recurso hídrico en el rubro de la construcción, a través de la aplicación de entrevistas como método investigación social cualitativo.

Se solicitaron vía correo electrónico y contacto telefónico 44 entrevistas a diversos actores claves nacionales identificados por la CChC de Valparaíso y Rancagua. La solicitud de entrevistas permitió llevar a cabo 16 entrevistas telemáticas y 1 entrevista presencial con profesionales vinculados al área de construcción. El objetivo de estas entrevistas fue contar con una mirada integral de cada una de las etapas de un proyecto de construcción, específicamente para la etapa de diseño y construcción.

Las entrevistas telemáticas se realizaron a través de la plataforma Zoom entre el 21 de octubre y 28 de diciembre del año 2022, y fueron guiadas por una presentación en formato PowerPoint que consta de dos partes, en la primera se presentaron los objetivos del estudio y la importancia de la gestión hídrica, mientras que en la segunda se abordó las preguntas de interés para el estudio. Para mayores antecedentes ver Anexo 3.

Las preguntas realizadas durante la entrevista guiada abordaron tres temáticas, visión sobre sostenibilidad y crisis hídrica a nivel global y regional, experiencia en el rubro en relación con iniciativas, tecnologías, materiales y buenas prácticas, y una conversación sobre barreras e incentivos, con la finalidad de saber la aplicabilidad de medidas de gestión hídrica recopiladas de acuerdo con las experiencias.

A partir de las entrevistas realizadas, se levantaron las ideas fuerza que más se repetían por parte de los entrevistados respecto a las temáticas abordadas.



Figura 5. Diagrama metodología de trabajo para aplicación de entrevistas guiadas a grupo de interés.
Fuente: Elaboración propia.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS, INICIATIVAS Y ACCIONES ADICIONALES DESARROLLADAS

Una vez levantada la información de la búsqueda bibliográfica, las entrevistas y encuestas se procedió a identificar las brechas existentes en la gestión del agua en la construcción considerando la situación actual de Chile en la gestión del agua en este rubro, versus la situación a nivel internacional a través de un cuadro comparativo.

Posteriormente, se identificaron las iniciativas obtenidas de la búsqueda bibliográfica, entrevistas y encuestas para luego elaborar las respectivas fichas técnicas con la información recabada.

Adicionalmente, se participó de una actividad realizada por la Cámara Chilena de la Construcción correspondiente al cuarto Encuentro Nacional de Especialidades (ENAES) con sede en Valparaíso el cual llevó por nombre “Integrando Especialidades en Grandes Obras”. En esta actividad, se expusieron los principales resultados obtenidos del levantamiento de información y se validó el diagnóstico, donde se incorporaron actores relevantes para la gestión del agua en la industria de la construcción.

Finalmente, se realizaron 5 actividades de terreno, para verificar la aplicación de algunas iniciativas identificadas en el levantamiento de información, con algunas empresas recomendadas por el GT Gestión del Agua y Greening.

3.5. METODOLOGÍA DIAGNOSTICO

Para la aplicación del diagnóstico se consideró un análisis ecosistémico el cual permite identificar la interacción entre las diferentes partes. Para ello primero se determinaron los actores que participan en la industria de la construcción de viviendas en Chile creando así el universo de actores y condiciones para este rubro.

Tabla 2: Actores relevantes identificados para el rubro de la construcción.

ACTOR	DEFINICIÓN
FAMILIA	Personas o familias que adquieren un inmueble, es decir, tienen poder comprador.
BANCO	Entidad financiera que presta apoyo monetario, intermediación financiera, al comprador.
INMOBILIARIA	Entidad encargada de comercializar un inmueble actuando como intermediaria entre vendedor y comprador
CONSTRUCTORA	Entidad encargada de construir un inmueble
PROVEEDORES	Entidad encargada de suministrar productos y servicios para la construcción de inmuebles.
INVERSIONISTAS	Entidad encargada de financiar proyectos de construcción de inmuebles.
AUTORIDAD TÉCNICA	Entidad encargada de otorgar permisos de construcción, fiscalización, normativas, entre otros (DOM, MINVU, etc.)
GREMIO CONSTRUCCIÓN	Entidad compuesta por socios privados del área de la construcción.
ACADEMIA	Entidad dedicada al análisis, desarrollo, actualización e investigación.
AUTORIDAD AMBIENTAL	Organismo encargado de evaluar los impactos ambientales generados por un proyecto, en este caso, la construcción de un inmueble, el cuales se debe ajustar a la normativa vigente.
GRUPOS AMBIENTALES	Organizaciones que buscan promover la sostenibilidad.
COMUNIDAD Y VECINOS	Organizaciones que se encuentran cercana a un inmueble o un proyecto de inmueble.
EMPRESAS SANITARIAS	Entidad encargada de proveer los servicios sanitarios.
SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS	Entidad encargada de controlar y fiscalizar a las empresas de servicios sanitarios

Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidos los actores, se evaluaron las interacciones y forzantes externas entre las cuales se destaca, la escasez hídrica, calentamiento global, cambio de bandas climáticas, acuerdos multilaterales, Desarrollo Sostenible (ONU) y Red Pacto Global (ESG) las cuales pueden ser relacionadas con el recurso hídrico.

Luego se elaboró el primer diagnóstico referente a la Gestión Hídrica, en relación con los avances detectados tanto en la búsqueda bibliográfica, entrevistas, encuestas y búsquedas de portales de noticias y/o actores considerados.

Para definir el porcentaje de avance se consideraron los siguientes criterios, donde, entré más relleno de color verde se encuentre el actor, mayor es su avance en materia hídrica.

Tabla 3: Criterios de avance en materia hídrica.

REPRESENTACIÓN	PORCENTAJE	SIGNIFICADO
	0%	Sin avances en la materia.
	25%	Inicio o en proceso de vinculación.
	50%	Se evidencian avances, sin embargo, aún falta trabajar en acciones más concretas.
	75%	Se evidencian avances concretos.
	100%	Es parte de las acciones principales del actor en evaluación

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta un diagrama con la metodología utilizada.



Figura 6: Diagrama metodología aplicada para diagnóstico de avance en materia de gestión hídrica.
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se evaluó el factor de significancia que tiene cada actor dentro del universo planteado en la gestión hídrica, considerando 3 criterios, los cuales fueron clasificados por colores, donde, en rojo se considera un factor significativo o importante, en amarillo un factor medianamente significativo y en verde un factor que no es significativo.



Figura 7: Diagrama metodología aplicada para diagnóstico de análisis de significancia de actores en la gestión hídrica.
Fuente: Elaboración propia

3.6. METODOLOGÍA FICHAS TÉCNICAS

Primero se realizó una separación de acuerdo a tres categorías: tecnología, materialidad y buena práctica. Una vez separadas las iniciativas identificadas, se procedió a desarrollar una ficha por cada una de ellas a partir del levantamiento de información. Para ello se consideró la búsqueda bibliográfica realizada en el informe parcial 1 y búsqueda complementaria si corresponde, además de una imagen de referencia.

A partir de la búsqueda bibliográfica, se elaboró una breve descripción, alguna característica adicional a destacar, su clasificación según el tipo de proyecto, es decir, Vivienda en Extensión, Vivienda en Altura y Áreas Verdes y la etapa del ciclo constructivo clasificado según Diseño, Construcción, Puesta en Marcha y Operación, de acuerdo con su planificación y aplicación.

A continuación, se detalla la nomenclatura utilizada para las clasificaciones de tipo de proyecto y etapa del ciclo constructivo.

Tabla 4: Nomenclatura utilizada en ficha técnica para tipo de proyecto y etapa de ciclo constructivo

APLICACIÓN	ABREVIACIÓN	DETALLE
TIPO DE PROYECTO	VE	VIVIENDA EN EXTENSIÓN
	VA	VIVIENDA EN ALTURA
	AV	ÁREA VERDE
	-	TRANSVERSAL, NO APLICA.
ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO	D	DISEÑO
	C	CONSTRUCCIÓN
	PM	PUESTA EN MARCHA
	O	OPERACIÓN

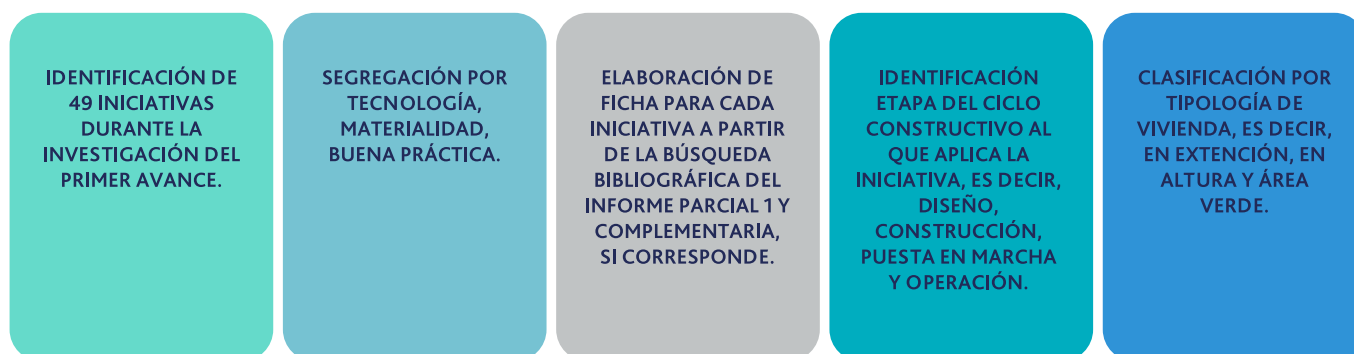


Figura 8: Diagrama metodología aplicada para la elaboración del informe parcial 2.
Fuente: elaboración propia.

3.7. METODOLOGÍA EVALUACIÓN INICIATIVAS

Una vez elaboradas las Fichas Técnicas se procedió a identificar los atributos a evaluar, para ello, se consideraron 7 atributos los cuales se detallan a continuación.

ATRIBUTO	DEFINICIÓN
COMPLEJIDAD PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	Evaluar cual es la complejidad que tendría la iniciativa, con respecto a: • Si, requiere disponer de personal para su aplicación. • Si requiere de realizar gestiones adicionales a las que presentan en ese momento. • Si requiere un presupuesto adicional, es decir, se debe evaluar económicamente si es factible, debido a que requiere presupuestos no considerados para su implementación.
RESTRICCIÓN PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	Evaluar cual es la restricción que tendría la iniciativa con respecto a: • Si solo requiere de capacitaciones para su implementación. • Si requiere de competencias o conocimiento adicional para una correcta ejecución. • Si la restricción es de carácter normativo.
APLICACIÓN EN PYME	Evaluar si la iniciativa es aplicable a pyme. De lo contrario, se debe hacer una evaluación adicional que escape de los límites del estudio.
APLICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO	Evaluar si la iniciativa puede ser aplicada o realizada en la zona de estudio, es decir en la Región de Valparaíso, Región Metropolitana y Región del Libertador Bernardo O'Higgins. De lo contrario, se debe hacer una evaluación adicional que escape de los límites del estudio.
QUICK WINS	Evaluar si la iniciativa es de rápida aplicación. De lo contrario se debe hacer una evaluación adicional que escape de los límites del estudio.
COSTO-BENEFICIO	Evaluar si la relación entre el costo de implementar la iniciativa es rentable en relación con el beneficio que puede traer en cuanto al cuidado del recurso hídrico. De lo contrario se debe hacer una evaluación adicional que escape de los límites del estudio.
ÁMBITO CULTURAL EN MATERIA DE AVANCE	Evaluar si existe una brecha o barrera cultural que impida una correcta aplicación o implementación de la iniciativa. De lo contrario, se debe hacer una evaluación adicional que escape de los límites del estudio.

Tabla 5: Identificación de atributos.

Posteriormente, se definió una escala de 1 a 3 para cada atributo, donde 3 es más recomendado o fácil de implementar y 1 menos recomendado o su aplicación es más compleja. Con la finalidad de obtener una mejor visualización, se designaron colores por cada categoría, es decir, verde para puntuación 3, amarillo para puntuación 2 y rojo para puntuación 1. A continuación, se presenta las definiciones consideradas para cada clasificación.

Tabla 6: Categorización de cada atributo.

ATRIBUTO	CATEGORÍA	PUNTUACIÓN	DEFINICIÓN
COMPLEJIDAD PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	PERSONAL	3	Sólo se requiere de personal capacitado para llevar a cabo la iniciativa o bien designar un responsable.
	GESTIÓN	2	Se requiere de personal capacitado y llevar a cabo gestiones dentro de la empresa para la implementación de la iniciativa.
	ECONÓMICO	1	Requiere de una evaluación de factibilidad económica previa para su implementación.
RESTRICCIÓN PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	CAPACITACIÓN	3	Es necesario, capacitar al personal o usuario en la materia.
	COMPETENCIA	2	Se debe contar con competencias para el desarrollo de la iniciativa.
	NORMATIVA	1	Falta de normativa que regule su implementación.
APLICACIÓN EN PYME	SI	3	La iniciativa es aplicable a Pyme.
	REQUIERE EVALUACIÓN ADICIONAL	2	Con la información recabada no es preciso indicar si la iniciativa es aplicable o no a Pyme, por tanto, requiere de una evaluación adicional que escapa de los límites del Estudio.
	NO	1	La iniciativa es aplicable a Pyme.

ATRIBUTO	CATEGORÍA	PUNTUACIÓN	DEFINICIÓN
APLICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO	SI	3	La iniciativa es aplicable en la zona de estudio.
	REQUIERE EVALUACIÓN ADICIONAL	2	Con la información recabada no es preciso indicar si la iniciativa es aplicable o no a Pyme, por tanto, requiere de una evaluación adicional que escapa de los límites del Estudio.
	NO	1	La iniciativa no es aplicable en la zona de estudio.
QUICK WINS	SI	3	La iniciativa es de rápida aplicación.
	REQUIERE EVALUACIÓN ADICIONAL	2	Con la información recabada no es preciso indicar si la iniciativa es una quick wins, por tanto, requiere de una evaluación adicional que escapa de los límites del Estudio.
	NO	1	La iniciativa no es aplicable en la zona de estudio.
COSTO-BENEFICIO	SI	3	La iniciativa tiene un costo beneficio favorable.
	REQUIERE EVALUACIÓN ADICIONAL	2	Con la información recabada no es preciso indicar si la iniciativa tiene algún costo beneficio, por tanto, requiere de una evaluación adicional que escapa de los límites del Estudio.
	NO	1	La iniciativa no tiene un costo beneficio favorable.
ÁMBITO CULTURAL EN MATERIA DE AVANCE	NO	3	No existe una brecha cultural en materia de avance para la aplicación de la iniciativa.
	REQUIERE EVALUACIÓN ADICIONAL	2	Con la información recabada no es preciso indicar si la iniciativa tiene alguna brecha en materia de avance en el ámbito cultural, por tanto, requiere de una evaluación adicional que escapa de los límites del Estudio.
	SI	1	Corresponde a que existe una brecha cultural en materia de avance para la aplicación de la iniciativa.

Tabla 6: Categorización de cada atributo.

Finalmente, una vez designado el puntaje a cada iniciativa por atributo evaluado, se procedió a elaborar la matriz de resultados, donde se obtuvo un puntaje final que sumó todas las puntuaciones de los atributos bajo la categoría de “evaluación”. Esta categoría buscó clasificar la iniciativa respecto a su nivel de implementación de acuerdo con la siguiente escala.

CALIFICACIÓN INICIATIVA CON RESPECTO A LOS ATRIBUTOS	
Igual a 7	Menos Implementable (Por debajo de las Expectativas).
Entre 8 y 14	Medianamente Implementable (Cumple con las expectativas)
Entre 15 y 21	Implementable (Supera las expectativas)

Tabla 7: Clasificación de iniciativa con respecto a nivel de implementación.

Al respecto, se entenderá por menos implementable o por debajo de las expectativas a aquellas iniciativas que no son fáciles de aplicar o presentan restricciones para su implementación. En cuanto a las iniciativas medianamente implementables o que cumplen con las expectativas, se interpretará como aquellas iniciativas que pueden ser implementadas con facilidad, pero requieren de una evaluación para su aplicabilidad. Por último, se encuentran las iniciativas implementables, es decir superan las expectativas y por tanto se pueden implementar sin mayores inconvenientes.

RESULTADOS



4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del Estudio.

4.1. BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

4.1.1. BÚSQUEDA TÉCNICA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

De acuerdo con la metodología empleada para la búsqueda bibliográfica técnica, a continuación, se presentan los principales resultados en relación con la gestión del agua en la construcción en Chile a nivel gubernamental, las certificaciones relacionadas con proyectos de viviendas tanto nacionales como internacionales, normativa nacional e internacional en materia de construcción y avances en la construcción industrializada.

4.1.1.1. GESTIÓN DEL AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN EN CHILE

Dada la crisis hídrica que afecta a Chile es importante reconsiderar el método de construcción tradicional y encaminarla hacia una construcción sustentable, la cual reconoce la responsabilidad con el medioambiente de parte de todos los actores involucrados en las distintas etapas del proceso: planificación, diseño, construcción, operación y eventual cierre, mejorando la calidad de vida a través de las edificaciones y su entorno.

Desde el año 2012 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) ha generado varias iniciativas para promover, difundir y fomentar la implementación de la construcción sustentable, uno de los hitos más relevantes a destacar es el desarrollo de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (ENCS, 2013-2020), por medio de la Mesa Interministerial de Construcción Sustentable (MICS). Que si bien su periodo de vigencia venció hace algunos años, permite utilizarla como la hoja de ruta para abordar la sustentabilidad en la construcción. La actualización de esta Estrategia se encuentra en etapa de licitación, a través de un nuevo Plan Nacional de Construcción Sustentable 2050, el cual deberá entregar los lineamientos estratégicos en materia de edificación e infraestructura sustentable, y además contar con el mérito de estar al alero de la Política Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU).

Es importante mencionar, que la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (2013-2020), definió la construcción sustentable como "el modo de concebir el diseño arquitectónico y urbanístico, que se refiere a la incorporación del concepto de sustentabilidad en el proceso de planificación, diseño, construcción y operación de las edificaciones y su entorno, y que busca optimizar los recursos naturales y los sistemas de edificación de tal modo, que minimicen el impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas". La idea de esta estrategia fue establecer los lineamientos para impulsar los criterios de sustentabilidad en el área de la construcción de manera integral, lo cual, en esos años, no era considerado. Las áreas que la construcción sustentable debe considerar son: energía, salud y bienestar, materiales, planificación territorial, impacto ambiental, residuos y agua.

Enmarcados en los objetivos de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, se desarrolló el documento compuesto por una serie de 6 tomos bajo el nombre de "Estándares de Construcción Sustentable", los cuales establecen los principales lineamientos para incentivar a un cambio en la manera en que se planifican, diseñan, construyen y operan las edificaciones e infraestructura en nuestro país, ya sean nuevas o usadas. En particular el Tomo III "Agua", establece estándares de eficiencia hídrica para el diseño y construcción de viviendas, los requerimientos mínimos para sistemas de monitoreo de cantidad y calidad del suministro utilizado para la operación. Además, fija metas de disminución para el uso interior y exterior, complementándose con la propuesta de distintas tecnologías para su reutilización. Dentro de las temáticas que aborda el documento se encuentra las estrategias de abastecimientos de agua y control de su calidad, cuyo objetivo es asegurar un abastecimiento de agua sustentable y adecuado para la realidad local y garantizar su calidad para el uso en la vivienda, para lo cual entrega una serie de requerimientos en todas sus etapas (diseño, construcción y operación).

Considera además la minimización de consumo de agua desde el diseño, tanto interno como externo. En cuanto al consumo interno, se busca la minimización promoviendo el diseño y especificaciones de instalaciones y artefactos de bajo consumo de agua y el hábito de reducción de consumo de agua potable dependiendo de la Zona Hídrica, proyectando al 2050, un consumo medio por habitante de 75 l/día. En cuanto al consumo externo, el objetivo es reducir el uso de agua potable para riego de jardines según la realidad hídrica de las diferentes zonas del país.

Otra estrategia que propone es la "Estrategia de diseño para la reutilización del agua", cuyo objetivo es fomentar estrategias y soluciones que permitan reducir el consumo interno y externo de la vivienda, implementando sistemas de captación de aguas lluvias y tratamientos de agua residual utilizada en la etapa de operación. Referente a la reutilización de las aguas, se debe mencionar que aún se encuentra en trámite el "Proyecto de Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias Básicas para la Reutilización de Aguas Grises".

Propone también, la "Gestión del agua durante la construcción", el cual busca reducir el consumo y contaminación del agua y suelos en el proceso.

Finalmente, el último punto que aborda esta guía es el "Control y la supervisión durante la operación", considerando un sistema de medición y monitoreo del agua, para reducir el consumo de agua potable durante esta etapa en la vivienda y espacios comunes de conjuntos habitacionales, promoviendo la reducción voluntaria de consumo.

4.1.1.2. CERTIFICACIONES

Debido al incremento de los impactos ambientales, las industrias han sido forzadas a repensar sus productos, procesos y servicios en respuesta a los cambios a nivel global. En el caso del rubro de la arquitectura, ingeniería y construcción, considerando su impacto asociado a la emisión del 30-40% del total de gases de efecto invernadero (Obrecht, Kunič, Jordan, & Legat, 2019), siendo la certificación una forma de regular el consumo excesivo de los recursos y resaltar las buenas prácticas, donde, en el sector de la construcción, se destaca una amplia gama de certificaciones con sus respectivos requisitos y calificaciones, tanto a nivel nacional como internacional, que va incrementando y expandiéndose (Jamousi, Abu-Rizaizay, & AL-Haij, 2022).

Las organizaciones en todo el mundo se han esforzado en incluir la sustentabilidad en las prácticas de gestión, destacando a nivel internacional diferentes tipos de certificaciones que buscan la sostenibilidad en la industria de la construcción, evaluando sus diferentes etapas. Entre algunas certificaciones se encuentra, BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) creada en el año 1990 por el Reino Unido y con mayor certificación a nivel mundial, CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) implementado en Japón en el año 2001 con la finalidad de utilizar de forma eficiente los recursos, DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), de origen alemán, creada en el año 2007 el cual permite un análisis completo del ACV considerando temáticas ambientales, económicas y sociales, Green Globes promovido por Estados Unidos y Canadá similar al LEED, HQE (Haute Qualité Environnementale) de origen francés que funciona hace más de 20 años siendo uno de los más reconocidos a nivel mundial, entre otras, donde varias de ellas son aplicables solo para el país de origen (Focussing on sustainability and energy saving the Ombu building in Chile promotes increasing sustainability commitment, 2022); (Zona Certificaciones, N/A); En Chile se identifican dos certificaciones importantes para la construcción sustentable, siendo estas la Certificación de Vivienda Sustentable, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y la Certificación Edificio Sustentable, impulsada por el Ministerio de Obras Públicas, la Cámara Chilena de la Construcción y el Colegio de Arquitectos, con el aporte económico de Innova Corfo, y la colaboración técnica del centro de investigación Idiem, permite evaluar, calificar y certificar el grado de sustentabilidad ambiental basándose en el cumplimiento de un conjunto de requerimientos obligatorios y voluntarios, de edificios de uso público en Chile, tanto nuevos como existentes, independiente de contar con administración o propiedad pública o privada. En la Tabla 9, se encuentra un detalle de las principales certificaciones aplicadas a las edificaciones de viviendas en Chile que presentan estrategias que promueven el uso eficiente del agua dado que contribuyen de manera directa a garantizar un abastecimiento de agua hoy y para las generaciones futuras.

Tabla 8: Certificaciones

NOMBRE CERTIFICACIÓN	ORGANISMO	REGIÓN	ETAPA DE CICLO DE VIDA	DESCRIPCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN Y SUS CRITERIOS RELACIONADOS CON LOS RECURSOS HÍDRICOS
Certificación de Vivienda Sustentable (CVS)	Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)	Chile	Diseño y construcción	La CVS es un sistema voluntario de certificación ambiental, impulsada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en colaboración con el Colegio de Arquitectos, Asociación de Oficinas de Arquitectura, Instituto de la Construcción, Centro Tecnológico para la Construcción de la Universidad de Chile, Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción, Instituto Nacional de Normalización (INN) y la Asociación de Desarrolladores inmobiliarios (ADI), para viviendas nuevas que cumplan alguno de los siguientes criterios: cuenten con financiamiento público o privado; pareadas, aisladas o continuas; sean parte de condominios o edificios de altura; estén emplazadas en sitios rurales o urbanos; y de cualquier región de Chile. Bajo el criterio de que las edificaciones y las ciudades sólo podrán ser de calidad si incorporan criterios de sustentabilidad o, de lo contrario, no son viables, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) de Chile indica que para lograr minimizar el impacto negativo en el medio ambiente y salud de las personas asociado al rubro, la construcción sustentable debe considerar en todo su ciclo de vida siete áreas, siendo éstas el agua, la energía, salud y bienestar, materiales, planificación territorial, impacto ambiental y residuos. De esta forma, evaluando el desempeño de los proyectos residenciales a nivel nacional, a través de la verificación de la correcta implementación de buenas prácticas de diseño y construcción, se espera mejorar el estándar de construcción de viviendas en Chile, permitiendo reducir los costos de operación y mantenimiento de los hogares, cuidar el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de los habitantes, promoviendo criterios de sustentabilidad e impulsando la sostenibilidad en toda la cadena de valor del mercado de la construcción. (Construcción Sustentable, -)
Certificación LEED – Leadership in Energy and Environmental Design (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental)	Green Building Council	Estados Unidos	Diseño, construcción y operación	LEED es un sistema que tiene como objetivo reducir la contribución al cambio climático, mejorar la salud de la población, proteger y restaurar recursos hídricos, proteger y potenciar la biodiversidad y servicios ecosistémicos, promover la sustentabilidad y mejorar la calidad de vida de las comunidades. Esta certificación fomenta la reducción de uso de agua, siendo un 15% de los criterios de certificación relacionados con los recursos hídricos, donde se incluye como prioridad puntos de eficiencia hídrica (Brezo, 2019); (Knox, 2021); (LEED rating system, -) La sección de la Eficiencia del Agua (The Water Efficiency – WE) abarca el agua para uso interior, exterior, usos especiales y su medición, tanto del agua potable como no potable y fuentes alternativas de este recurso, impulsando la reducción total del uso de agua. Para el cumplimiento de los créditos WE se debe presentar: planos que muestren la ubicación y tamaño de las áreas verdes, las instalaciones interiores de agua, aparatos y equipos que procesen agua y ubicación de los medidores interiores y exteriores; hojas de corte de las instalaciones o fichas técnicas de los fabricantes de los aparatos e instalaciones; usos alternativos de agua, por ejemplo, uso de aguas grises, aguas lluvias u otros, que cubra la demanda de agua para los usos aplicables; y cálculos de ocupación de las edificaciones. (Reference Guide for Building Design and Construction, -)

Tabla 8: Certificaciones

NOMBRE CERTIFICACIÓN	ORGANISMO	REGIÓN	ETAPA DE CICLO DE VIDA	DESCRIPCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN Y SUS CRITERIOS RELACIONADOS CON LOS RECURSOS HÍDRICOS
Certificación EDGE – Excellence in Design For Greater Efficiencies (Excelencia en el Diseño para una Mayor Eficiencia)	International Finance Corporation (IFC)	Reino Unido/Suiza	Diseño	La certificación EDGE para edificaciones se enfoca en potenciar la eficiencia en el uso de los recursos, impulsando a los diseñadores y constructores a identificar las vías más económicas para reducir el uso de energía, agua y energía incorporada en materiales al menos en un 20% para la obtención de la certificación nivel 1. (EDGE, 2022)
Certificación WELL	WELL Building Institute (WBI)	-	Diseño y operación	El sistema WELL está organizado en siete categorías de bienestar denominadas "conceptos": aire, agua, nutrición, luz, ejercicio, confort y mente. Cada concepto se compone de múltiples características, destinadas a abordar aspectos específicos. Cada característica se divide en partes, que a menudo se ajustan a un tipo específico de edificio. Cada parte tiene uno o más requisitos que determinan parámetros específicos que se deben cumplir. En el caso del concepto Agua, este cubre aspectos de la calidad, distribución y control del agua en un edificio e incluye características que contemplan los límites de disponibilidad y contaminación del agua potable, además de la gestión del agua para evitar el daño de los materiales de construcción y las condiciones medio ambientales, con el objetivo de incrementar la tasa de hidratación de los usuarios de los edificios, reducir los riesgos a la salud de la población debido a la contaminación del agua y exceso de humedad dentro de las edificaciones y proveer una sanitización adecuada a través del diseño, y operación, además de la concientización y mantención de la calidad del agua. Las características obligatorias que se deben acreditar para la obtención de esta certificación incluyen verificar la calidad del agua para contacto humano a través de parámetros fáciles de comprobar, proveer acceso al agua potable que cumpla los límites establecidos en términos de composición química, implementar protocolos para reducir el riesgo de pérdida de calidad de agua y colonización de Legionella, mientras que las características óptimas que se requieren para la obtención de la certificación WELL son proveer acceso a agua potable sin gusto, olor ni apariencia desagradable, mantener una buena calidad del agua potable, promover la hidratación a través del consumo de agua potable en vez de alternativas menos saludables, promoviendo el acceso a agua potable de calidad verificada, limitar el potencial de crecimiento bacteriano y moho en las edificaciones debido a la infiltración de agua, condensación o fugas internas, asegurar la disponibilidad de baños y equipamiento higiénicos para todos los individuos y, finalmente, conservar el agua a través de sistemas de agua no potable, sin comprometer la salud de los residentes de los edificios. (WELL, 2022)

Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda de certificaciones que se encuentran en el capítulo de referencias

4.1.1.3. NORMATIVA NACIONAL

En cuanto a normativa a nivel nacional relacionada con el uso sostenible del agua en viviendas, se puede destacar la vigencia desde 2018 de la Ley N°21.075 que "Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises" del Ministerio de Obras Públicas, sin embargo, para que pueda implementarse efectivamente esta ley, se está a la espera de la aprobación del "Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises" del Ministerio de Salud. La entrada en vigencia de este Reglamento permitirá a su vez la entrada en vigencia del Decreto N°10 que modifica Decreto Supremo N°47, de Vivienda y Urbanismo, de 1992, "Ordenanza general de urbanismo y construcciones, en lo relativo a establecer los trámites y requisitos de los permisos de loteo y edificación que incorporen sistemas de reutilización de aguas grises" y agrega el artículo 4.1.17 que establece como implementación optativa los sistemas de reutilización de aguas grises para las edificaciones destinadas a vivienda cuya superficie edificada sea igual o superior a 5.000 metros cuadrados. **(MINVU, DECRETO 10 MODIFICA DECRETO SUPREMO N° 47, DE VIVIENDA Y URBANISMO, DE 1992, ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES., 2020)**

Este Reglamento establecerá "las condiciones sanitarias que deberán cumplir el diseño y la operación de los sistemas destinados a la reutilización de aguas grises, ya sea que éstos se ubiquen dentro o fuera de las áreas operacionales de las empresas sanitarias", siempre que se realicen dentro de la propiedad en que se generan (Ministerio de Salud, Proyecto de Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises, 2018).

A esto se le suma la licitación adjudicada del estudio "Desarrollo del Manual de Requisitos Mínimos para Sistemas de Tratamiento y Reutilización de Aguas Grises en Proyectos Habitacionales" bajo la responsabilidad del Ministerio de Vivienda y Urbanismo desde 2021 (MINVU, Mercado Público: Licitación ID: 587-7-LE21, 2021) y el trabajo legislativo que se está realizando en la Cámara de Senadores y Diputados en materia de reutilización de aguas grises.

Tabla 9: Proyectos de ley relacionados a la reutilización de aguas grises en trámite legislativo.

BOLETÍN	AÑO DE INGRESO	TÍTULO	ETAPA
10287-14	2015	Modifica la ley General de Urbanismo y Construcciones para incluir en las exigencias que se efectúan al diseño de las obras de urbanización y edificación, la reutilización de aguas grises	Primer trámite constitucional (C.Diputados)
12928-12	2019	Permite y regula el uso de aguas servidas tratadas, para el riego de parques, plazas y espacios públicos urbanos.	Primer trámite constitucional (C.Diputados)
15268-09	2022	Fomenta el uso de aguas grises en espacios públicos urbanos.	Primer trámite constitucional (Senado)

Fuente: Elaboración propia a partir del sitio web www.senado.cl.

Por otro lado, está en proceso la modificación del Decreto N°735 “Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano”, cuya propuesta diferencia los usos del agua y los asocia a un nivel de calidad, diferenciando los parámetros para la ingesta y los usos en una vivienda o inmueble, ya que no son únicamente para bebida o preparación de alimentos. Por lo que, considera fuentes alternativas para el abastecimiento de agua como los atrapanieblas, cosecha de agua lluvias y condensadores atmosféricos (Ministerio de Salud, 2020).

4.1.1.4. NORMATIVA INTERNACIONAL

Existen a nivel internacional distintas normativas relacionadas con el recurso hídrico, entre las que se pueden relacionar con el uso del agua en la industria de la construcción, destacan aquellas relacionadas con la reutilización de las aguas.

En el caso de la normativa europea, el desarrollo de normativa de reutilización de agua inicia en 2008 con el grupo de trabajo CEN/TC 165/WG 50 Re-use of water, lo que permite el desarrollo de la Norma Europea UNE -EN 16941-2:2021 Sistemas in situ de agua no potable. Parte 2: “Sistemas para la utilización de Aguas Grises Tratadas”. En ésta se especifica los principios de diseño, dimensionamiento, instalación, identificación, puesta en marcha y mantenimiento de sistemas de aguas grises con el propósito de usarlas in situ, para el uso preferente de estas aguas en lavado de inodoros, riego de jardines, lavandería y propósitos de limpieza, especificando también los requisitos mínimos para los sistemas de aguas grises (González, 2021) (BSI, 2021).

Entre los países de Europa considerados pioneros en la reutilización de agua se encuentran Reino Unido, Francia, Alemania, Chipre y España. Sin embargo, también sobresalen en este ámbito países como Estados Unidos (California, Arizona, Texas y Florida), Australia, Japón, Israel, Arabia Saudita y Jordania (Díaz, Decinti, Blanco, & Vásquez, 2021).

En Australia, por ejemplo, existen las Directrices australianas para el reciclaje del agua que entregan el marco para el uso del agua recuperada y usos finales. En Estados Unidos, se emitió en 2012 y a través de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), la última versión de las Directrices para la reutilización del agua, incluyendo aplicaciones como el riego agrícola y la recarga de acuíferos, entre otros. En España, la reutilización del agua está regulada a nivel estatal por el artículo 109 del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, lo que ha permitido la actualización de su normativa nacional y el desarrollo de incentivos para la reutilización, como ayudas técnicas, financieras y fiscales para quienes desarrollen iniciativas que permitan la disminución del uso y consumo de agua, además de la generación de guías técnicas como la elaborada por la Asociación Española de Empresas del Sector del Agua (AQUA ESPAÑA) bajo el nombre de “Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios” actualizada en 2016 (MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA, 2020).

4.1.1.5. AVANCES EN LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

El primer precedente de prefabricación, según varios autores, es un trabajo realizado por Leonardo Da Vinci, en el siglo XVI, ya que para la producción se elaboraron una serie de módulos para la construcción. Otros ejemplos que destacan son, una casa prefabricada que fue construida en Inglaterra y se instaló en Canadá en 1578 y una casa hecha en paneles de madera en Inglaterra la cual fue trasladada hasta Estados Unidos donde fue finalmente instalada. (García, 2013)

En sí, la construcción industrializada tiene sus inicios con los avances tecnológicos que conllevó la revolución industrial. De hecho, en Estados Unidos la prefabricación se inició en el siglo XVIII con el sistema Balloon Frame, que consistía en la fabricación fuera de sitio de las estructuras para el traslado y posterior montaje en el lugar definitivo. Una de las edificaciones que se tiene como una primera experiencia de este tipo de sistema es la Iglesia de Santa María en Chicago en el año 1833 (Sarmiento, 2013).

Es importante considerar que para alcanzar una construcción sustentable y en particular, una buena gestión del recurso hídrico, se debe incorporar la producción de los materiales en la construcción. En este contexto, la construcción industrializada genera un aporte en la construcción sustentable ya que destaca su productividad, seguridad y sostenibilidad ambiental.

Uno de los beneficios de este tipo de construcción es la reducción del consumo de agua en obra, pues promueve la utilización de componentes de "junta seca", es decir, se utilizan materiales que se puedan instalar y construir sin uso de agua, requiriendo sólo el ensamblado. Respecto de los materiales, a nivel internacional se utilizan generalmente estructuras industrializadas como el hormigón armado pretensado, estructuras en madera y soluciones en entramado de acero, este último tiene además una fabricación en seco (KÖMMERLING, 2021).

En cuanto a la cuantificación de la reducción de consumo de agua, la empresa alemana Vollert Anlagenbau, experta en elementos prefabricados de hormigón, indica que con este método constructivo se reduce en un 50% el consumo de agua y hormigón (Grupo Avintia, 2020). El mismo porcentaje de reducción se presenta en inventario del análisis comparativo realizado por Tavares et. al, (2021), el cual evalúa sistemas de construcción prefabricados de estructura ligera de acero y estructura de madera con sistemas constructivos convencionales de hormigón armado, indicando que para una casa unifamiliar de una planta con 125 m² de superficie habitable se requiere 150 l de agua para el ensamblaje con sistema prefabricado y 300 l de agua para la construcción convencional.

A nivel nacional, la construcción industrializada ha sido impulsada por Corfo a través del programa Construye 2025, que busca transformar al sector de la construcción desde la sustentabilidad generando iniciativas innovadoras como el Consejo de Construcción Industrializada (CCI), el que agrupa desde el año 2017 a actores del sector público y privado para promover la industrialización como estrategia para el desarrollo de la industria nacional (Construye2025, 2022) (CCI, 2022).

Esta alianza publico privada, que propició la generación del proyecto de Norma pr:NCh3744 Construcción Industrializada – Términos y definiciones, desarrollada por el CCI, MINVU y el Instituto de la Construcción, ha constatado el desarrollo de múltiples casos de éxito en la industrialización en Chile, y en 2021 a través de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC), permite la generación del documento "Set de indicadores para medir la industrialización METODOLOGÍA DE MEDICIÓN", donde se desarrollaron indicadores que permiten evidenciar las ventajas en cuanto a sustentabilidad, de trabajar con sistemas industrializados para obras de construcción en las que se utilice partidas de sistemas constructivos, elementos prefabricados y/o herramientas de gestión industrializadas. Cabe destacar que, de los 44 indicadores generados, en el ámbito de estudio medio ambiental destaca en relación con el recurso agua, a través del indicador uso de agua en la construcción en unidad de m³ por m² (CCI, 2022) (CDT, 2021).

Tabla 10: Matriz de estudio set de indicadores medio ambientales

ÁMBITOS	SUB-ÁMBITOS	INDICADORES	DISEÑO E INGENIERÍA	PRODUCCIÓN OFF SITE	OBRAS PREVIAS	OBRAS GRUESA	TERMINACIONES	POST VENTA
MEDIO AMBIENTALES	CONSIDERACIONES AMBIENTALES	GENERACIÓN DE RESIDUOS						
		CONTAMINACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO						
		USO DE ENERGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN						
		USO DE AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN						
	CICLO DE VIDA	CO2 INCORPORADO						
		DURABILIDAD						
		ADAPTABILIDAD FUTURA						
		RECICLABILIDAD AL FINAL DEL CICLO						

Fuente: Set de indicadores para medir la industrialización METODOLOGÍA DE MEDICIÓN, CDT 2021

En cuanto a materiales, si bien el CDT ha desarrollado ediciones técnicas respecto a las ventajas que representaría el uso de materiales industrializados como la madera, dentro de las ventajas no se analiza las cantidades utilizadas de recursos naturales, sino que solo se describe una reducción de los impactos ambientales de modo general (CDT, 2021).

4.1.2. BÚSQUEDA CIENTÍFICA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la búsqueda científica a nivel nacional e internacional con las principales medidas abordadas en los estudios correspondientes.

4.1.2.1. BÚSQUEDA CIENTÍFICA A NIVEL NACIONAL

En cuanto a la búsqueda de documentos científicos, se realizó una revisión aproximada de 26 tesis, donde destacan 12, que abordan las temáticas de reutilización de aguas grises y aguas lluvia. Además, se revisaron 8 artículos científicos, de los cuales solo 2 estaban relacionados con la gestión del agua en la construcción. En la Tabla 12 se presenta un resumen de las medidas identificadas en los estudios nacionales relacionados con el agua en la industria de la construcción.

Tabla 11: Resultados de la búsqueda de estudios nacionales relacionados con el agua en la industria de la construcción

Nombre de la Investigación – Autor	Tipo de Documento	Zona Geográfica	Etapas de Ciclo de Vida	Tipo de Proyecto	Medidas
Enfrentando la crisis hídrica mediante la valorización y tratamiento de aguas residuales con humedales construidos para comunidades rurales de la Región de Ñuble, Chile – Gutiérrez, 2021	Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción	Región de Ñuble	Diseño	No Aplica	Se postula como opción la instalación de un humedal construido de tipo de flujo subsuperficial, compuesto por un conjunto de un tratamiento primario (fosa séptica) y un sistema de desinfección de colector cilíndrico parabólico compuesto, logrando un sistema de tratamiento completo, cumpliendo con la calidad necesaria para riego para un sector rural afectado por la escasez hídrica.
Eficiencia hídrica en conjuntos de viviendas, reutilizando aguas grises para riego – Bustamante, 2016	Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso	Región de Valparaíso	Diseño	Conjuntos habitacionales en altura (condominio)	Se propone la obtención y conducción de aguas grises provenientes de duchas y lavatorios, a través de la conexión de los desagües a un alcantarillado independiente, considerando un tratamiento primario en una cámara decantadora de grasas y cortadora de jabón y un tratamiento físico mediante carbón activado, considerando un estanque de acumulación de 12,5 m ³ para el riego de las áreas verdes de 48 departamentos, distribuidos en dos edificios, cumpliendo con los estándares mínimos de la Organización de las Naciones Unidas para una buena calidad de vida.
AH2ORRAR: La nueva forma de usar el Agua – Cares, 2017	Tesis de magíster, Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile	No aplica	Operación	Cualquier tipo de construcción que cuente con alimentación de agua potable	Mediante la propuesta de un modelo de negocio enfocado en vender recicladores de aguas grises provenientes de lavamanos y duchas, para su uso en riego, lavado y relleno de inodoro, considera dos sistemas: 1) un filtro compacto GWDD y controlador electrónico de bomba más flotador switch, para casas aisladas que no estén en condominios y 2) un filtro compacto UGGWDD y controlador electrónico de bomba más flotador switch para instalar bajo suelo con el fin de irrigar hacia el suelo. Mientras que para un tratamiento que contemple abastecimiento de agua para lavadoras o llenado de inodoro, se presentan cuatro sistemas que dependen de la cantidad de habitantes de la vivienda y la calidad esperada del agua. La iniciativa AH2ORRAR permitiría que tanto la empresa, el cliente y el usuario capturen el valor generado, haciéndolo un negocio inmobiliario atractivo, rentando al inversionista un 14,6% anual sobre el escenario base.

Nombre de la Investigación – Autor	Tipo de Documento	Zona Geográfica	Etapas de Ciclo de Vida	Tipo de Proyecto	Medidas
					de inversión, mantenimiento, reparación y ampliación del sistema de redes menor que el de las redes hidráulicas públicas. Pese a lo anterior, este sistema depende de la disponibilidad del agua por la cantidad de precipitaciones, tamaño de la superficie de captación y por el tamaño de la cisterna, además de que se concluyó que el sistema descrito a continuación no es viable económicamente. De esta forma, se propone un sistema de recolección de aguas lluvia en techumbre, el rediseño del área de vegetación a través de la xerojardinería, instalando zonas con mulch (orgánico e inorgánico) y utilizando especies autóctonas con bajo requerimiento hídrico, en conjunto con un riego tecnificado por aspersión para césped y riego por goteo, conectado al estanque recolector de aguas lluvias, para las especies nativas.
Prefactibilidad técnica y económica de una empresa dedicada a la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises en viviendas – Saavedra, 2017	Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello	Región Metropolitana	Diseño y operación	Vivienda unifamiliar, edificios públicos e instalaciones con consumos moderados	Se propone un sistema de reutilización de aguas grises provenientes de lavamanos, lavaderos y lavadoras de la vivienda, utilizado el equipo Aquaserve, luego de: 1) recibir tratamiento aeróbico al ser agitadas mediante la acción de aire inyectado, 2) ser filtradas por medio de membranas biológicas, separando sólidos suspendidos, materia orgánica, jabones, detergentes, entre otros, y 3) almacenarse por un período de tiempo limitado, considerando su uso para riego de jardín e inodoro, pudiendo utilizarse también para uso de lavadoras.
Parque de remediación ambiental Oasis de Copiapó: propuesta habitacional y productiva en los vacíos degradados del pueblo de San Fernando – Urqueta, 2019	Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile	Región de Atacama	Diseño	Todas las viviendas pertenecientes a los sectores urbanos y de extensión urbana de la ciudad	Se propicia la remediación paisajística de los vacíos urbanos de la ciudad de Copiapó y su límite con los sectores agrícolas y el río Copiapó, proponiéndose la creación de un parque multifuncional, enfocado a la recuperación ambiental, reordenamiento urbano, integración social y diversificación productiva de la ciudad. Específicamente en términos de aguas residuales, se propone la recuperación de las aguas grises en cada manzana, además de su tratamiento como soporte para la remediación paisajística de los sectores degradados y la generación de una matriz de regadío de mayor eficiencia a nivel local, con sistemas de riego por tendido o gravedad, siguiendo la topografía para generar conexiones paisajísticas visibilizadas por el recorrido del agua y la vegetación existente.
					Resulta necesario integrar criterios que permitan mejorar la eficiencia hídrica y promover una planificación urbana integrada en las nuevas políticas y acciones de planificación, gestión, diseño y conservación de los espacios verdes urbanos, reutilizando las aguas grises en áreas verdes urbanas. Deberían existir incentivos normativos, que permitan promover el uso de aguas grises para riego de áreas verdes, ya sea a través de inversión del Estado mediante subsidios o mediante incentivos en la normativa de construcción.

Nombre de la Investigación – Autor	Tipo de Documento	Zona Geográfica	Etapas de Ciclo de Vida	Tipo de Proyecto	Medidas
Atrapanieblas como infraestructura configuradora de barrios: Un modelo sociotécnico de vivienda para Alto Hospicio – Rivera, 2020	Tesis de magíster, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile	Región de Tarapacá	Diseño	Sistema de vivienda colectivo, con vivienda unifamiliar	Se propone cosechar agua de la camanchaca por medio de atrapanieblas, lo que se destinaría para el riego, inodoros, lavadoras, lavado exterior y eventual relleno de estación de reciclaje, procurando ahorrar un 68% de consumo de agua potable por habitante y logrando reducir la huella hídrica del conjunto habitacional en un 70% respecto a una situación convencional. Además, aportaría a la economía productiva asociada a la actividad hidropónica, pudiendo ahorrar un promedio de 80% del agua utilizada en la actividad agraria corriente. Por otro lado, se presenta un subsistema de aguas grises, reutilizando las aguas grises principalmente para descargas de inodoros y riego de plantas decorativas.
Valor de los sistemas de captación de agua lluvia en viviendas urbanas como dispositivo para adaptación para el cambio climático en contexto de sequía, caso de Casablanca, Quinta Región – Lara, 2020	Tesis de magíster, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile	Región de Valparaíso	Diseño	Viviendas	En busca de descentralizar el sistema de instalaciones sanitarias y dotar a las viviendas con un acceso secundario permanente a agua, incluyendo los sistemas de captación de agua lluvia en la etapa de diseño de los proyectos, abarcando los principales usos del agua en la vivienda, considerando acumulación, recarga de inodoros y riego, disminuyendo la demanda de agua potable de las viviendas. Además, se plantea como beneficioso para los proyectos de viviendas la complementación con sistemas secundarios de ahorro de agua, como el reciclaje de aguas grises e instalaciones eficientes en el uso de agua, ya que considerando un sistema secundario se podría reducir la demanda de agua potable hasta un 80%, mientras que con sólo la captación de agua lluvia se podría ver reducida hasta un 50%, ayudando a disminuir el estrés hídrico que existe en la Región de Valparaíso, aportando a la mitigación de la desertificación de la región.
					En términos de economía hídrica, para zonas de escasez hídrica recomienda las propuestas descritas a continuación: • Propone la concientización ambiental hacia la comunidad, a través de talleres por parte del municipio, charlas, propagandas, entre otros, donde se destaque la utilización en jardines y áreas verdes de especies aptas para el ecosistema en el cual se emplazan, según sus requerimientos hídricos, como lo son las especies xerófitas. • Propone un sistema de reciclaje hídrico para las áreas verdes, a través de una propuesta que permitiría el reciclaje del 40% de las aguas de los sistemas urbanos, donde en una vivienda se puede reciclar entre 35 a 45% en aguas grises respecto al consumo total. En el caso de las zonas rurales o de extensión urbana, propone el sistema Biotreat, que se encuentra implementado en el área de estudio, diseñado para recibir las aguas grises de las viviendas y pasarlas directamente a un sistema de filtrado por especies vegetales, para finalmente almacenar el agua tratada y utilizarla para riego de espacios públicos verdes.

Nombre de la Investigación – Autor	Tipo de Documento	Zona Geográfica	Etapas de Ciclo de Vida	Tipo de Proyecto	Medidas
					• Para evitar la evaporación del agua en zonas de sequía, considera la utilización de jardines inundables para mitigar los impactos de las lluvias y aportar a la recarga de las napas subterráneas. Mientras que para la pérdida de humedad del suelo propone la utilización de especies arbóreas de gran follaje debido a la disminución de la temperatura que se generaría por la sombra, y mulch y piedras para mejorar la infiltración del agua y retención en corredores biológicos, además del uso de riego por goteo en cultivos para un suministro eficiente del recurso.
Nuevas redes de agua para ciudades con escasez hídrica: Un acercamiento desde la optimización – Gormaz, 2020.	Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile	Región de Antofagasta y Región de Atacama	Diseño	No aplica	Considerando como indicadores los costos totales de la red de agua y los flujos de extracción de agua bajo dos escenarios (siendo el escenario 1 una barrera humana del 30%, es decir, la gente no acepta más que un 30% del agua reciclada para su consumo y el escenario 2 una barrera humana del 70%), fue posible crear un modelo de optimización, aplicable a cualquier zona geográfica, que rediseña las redes de agua de una ciudad, integrando fuentes hídricas recicladas, de tratamiento de aguas lluvias y biofiltro. De los resultados obtenidos, se concluyó que reciclar el agua es una opción viable, posibilitando el abastecimiento de la población a través de una matriz hídrica completamente diversificada, utilizando todas las fuentes posibles, como agua de mar, de lluvia, subterránea, superficial y reciclada, para consumo industrial, domiciliario y agrícola, dependiendo de la calidad de agua requerida para cada sector.
Determinación del consumo de agua potable durante la construcción de viviendas en una zona semi desértica de Chile – Nazer et al., 2022.					Para la construcción, y sobre todo en zonas áridas, se hace necesario adoptar medidas que mitiguen las pérdidas de agua, considerando en el diseño materiales que demanden bajo consumo de agua, el control dirigido al uso eficiente del agua en cada etapa de la obra y un proceso educativo permanente de los trabajadores, a través de ciclos educativos, afiches ilustrativos y charlas motivadoras de concientización. Se hace necesario determinar los focos de pérdida de agua durante la ejecución de la obra, mediante un monitoreo constante y sistemático. Otras medidas que se pueden adoptar es el uso de contenedores de consumo de agua por sectores, uso de grifos con difusores y accionamiento automático, utilización de fuentes alternativas de agua potable, como lo son el sistema de atrapanieblas, reúso de aguas grises para la descarga de los urinarios, entre otros. Además, se recomienda la instalación de temporizadores en las duchas, seguimiento mensual del consumo de agua, utilizar dispositivos en la salida de las llaves para disminuir el paso del agua, válvulas para reducir el consumo de agua en los urinarios, pistola de riego con chorro ajustable para mangueras y empleo de telas en el proceso de curado del hormigón.

Nombre de la Investigación – Autor	Tipo de Documento	Zona Geográfica	Etapas de Ciclo de Vida	Tipo de Proyecto	Medidas
Metodología para la reutilización de aguas grises en viviendas ubicadas en áreas de estrés hídrico y estrés hídrico extremo – Caracterización, calidad y opciones de tratamiento para su reúso en Chile – Díaz et al., 2021	Artículo en revista Informes de la Construcción	Zona Centro	Diseño	Viviendas unifamiliares y multifamiliares	Se identifican los siguientes procesos físicos y biológicos para la reutilización de aguas grises, que cumplen con las características de ser bajo costo de construcción, operación y mantenimiento: los procesos físicos más comunes son los filtros de arena y de membrana y los biológicos incluyen el reactor ascendente, humedales y bio reactores de membranas. También se aplican normalmente los procesos químicos, como la coagulación, oxidación foto catalítica, intercambio iónico, etc., pero estos son de mayor complejidad y costo. En general, todos estos procesos son seguidos por desinfección y es imprescindible considerar el pretratamiento para evitar la obstrucción del tratamiento posterior. El principal resultado de este estudio es que las características de las aguas grises en hogares son similares en zonas áridas a nivel global y se concluye que, en términos de rendimiento, operación y mantenimiento, el humedal construido es la mejor tecnología, al ser ecológica, rentable y ornamental, pero tiene la limitante de la extensión de terreno que ocupa, siendo recomendable sólo para zonas rurales. No se recomienda la reutilización de aguas provenientes de la cocina debido a su alta carga de contaminantes.
Evaluación, diseño e implementación de colectores solares para las duchas del edificio R, y reciclaje de aguas jabonosas para el riego de la cancha de fútbol de la sede José Miguel Carrera, UTFSM – Freire, 2017	Tesis de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María	Región de Valparaíso	Diseño	Edificio institucional	Para el riego de la cancha de fútbol y áreas verdes del edificio de una sede universitaria, se propone un sistema de tratamiento de aguas grises con un caudal de 240 l/min. Este sistema cuenta con un tratamiento con aireación, para la captación de lodos y filtrado, para ser acumulado en un estanque con salida a drenaje de emergencia y para riego u otros usos sanitarios, como urinarios e inodoros. Las aguas generadas a partir de este tratamiento deberán cumplir con lo establecido en la NCh N°1.333/78, sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

Nombre de la Investigación – Autor	Tipo de Documento	Zona Geográfica	Etapas de Ciclo de Vida	Tipo de Proyecto	Medidas
Reutilización de agua de lavado de interior mixer en reemplazo de agua de amasado en elaboración de hormigón fresco – Aranda, 2017	Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello	-	Construcción	-	Se determinó que la reutilización del agua de lavado de interior mixer es favorable en términos de resistencia mecánica, ya que potencia la mezcla de hormigón en compacidad cuando el agua de amasado proviene completamente del lavado del camión mixer, superando a hormigones fabricados con agua potable, sin afectar su aspecto visual en su estado endurecido. Respecto a la docilidad del hormigón fabricado con agua reciclada, ésta se ve afectada luego de 30 minutos de su fabricación, implicando un rechazo de la mezcla en la obra debido al tiempo de transporte y colocación, por lo que se recomienda el uso de un aditivo tipo D, plastificantes retardadores, para aumentar la docilidad y permitir reducir el agua libre requerida para la docilidad necesaria. De esta manera, se permitía mejorar el desempeño de la razón agua/concreto, al disminuir de la reacción química entre el cemento y el agua, para retardar el inicio del fraguado. Se recomienda realizar este proceso en climas que no tengan temperaturas extremas, de manera que no afecte el curado ni docilidad del hormigón, ya sea por congelamiento o por pérdidas de agua. Finalmente, se infiere que la reutilización del agua de lavado interior mixer es una alternativa viable para reducir el consumo de agua y la inversión económica que conlleva el proceso de fabricación de hormigón premezclado.

Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda bibliográfica a nivel nacional citada en capítulo referencias.

4.1.2.2. BÚSQUEDA CIENTÍFICA A NIVEL INTERNACIONAL

Referente a los estudios a nivel internacional, se revisaron 12 tesis, de las cuales se logró identificar 7 relacionadas a eficiencia hídrica, reutilización de aguas o humedales artificiales. En cuanto a la investigación de artículos científicos se chequearon 28 documentos, donde 16 tenían relación con la gestión del agua en el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la construcción. En la Tabla 13 se presenta un resumen de las medidas planteadas en los estudios internacionales relacionados con el agua en la industria de la construcción.

Tabla 12: Resultados de la búsqueda de estudios internacionales relacionados con el agua en la industria de la construcción.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Sustainable Water Management in a Krakow Housing Complex from the Nineteen-Seventies in Comparison with a Model Bio-Morphee Unit – Bonenberg, et al., 2022	Artículo en revista Sustainability	Polonia	Diseño	Edificio residencia de 4 pisos	En términos del agua en el entorno residencial, se considera la modernización de viviendas para emplear gestión integrada del agua con la reutilización del agua de lluvia, considerando la recolección de estas aguas desde los techos, las que son tratadas y posteriormente dirigidas a un estanque ubicado en el subterráneo del edificio. Luego, estas aguas van a un sistema de distribución interno separado para incorporar las aguas a las lavadoras de cada vivienda. Sin embargo, de acuerdo con los cálculos, en algunos meses del año no cubriría la demanda de agua necesaria para el funcionamiento de las lavadoras, en ese caso, las lavadoras funcionarían con suministros de agua del grifo a través de una válvula de 3 vías. Para el caso de las aguas grises, esta será recolectada y tratada en una instalación simple (con filtro y bombeo, de ser necesario), para ser usada en las descargas de inodoro. Utilizando estos sistemas se reduciría un 40% del consumo mensual de agua potable.
Diseño de un edificio de vivienda con la aplicación de sistemas de eficiencia hídrica en Lumbisí, Quito – Minda, 2022	Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura, Artes y Diseño, Universidad Tecnológica Indoamérica	Ecuador	Diseño	Edificio residencia de 4 pisos	Para lograr generar agua para el suministro del edificio y bajar el consumo de agua se proponen las siguientes estrategias: 1) Sistema de recolección de agua lluvia en la cubierta y terrazas de los edificios y zonas de deportes, considerando almacenamiento y tratamiento del agua mediante cloración para su uso, donde se podría recolectar un 45% total del agua requerida para abastecer todo el proyecto. Para cumplir con la provisión anual, se requiere un almacenamiento previo a los meses de verano para satisfacer la demanda de consumo. Además, se utilizó el suelo de una manera inteligente optimizando los recursos que brindó el lugar para lograr que el edificio sea regenerativo en el consumo de agua, a través de un piso permeable que absorbe el agua para ser reutilizada. 2) Utilizar como accesorio un regulador de flujo para duchas, ahorrando 75% del agua sin alterar la comodidad de uso, garantizando que cumpla con las necesidades de los usuarios. 3) Uso de grifería de bajo flujo en la cocina y baños, ahorrando agua y energía. 4) Al utilizar piezas sanitarias eficientes para descarga doble de inodoros (4,8 litros para sólidos y 3,5 litros para líquidos), se puede reducir hasta un 45% el uso de agua, comparado con piezas convencionales. 5) Instalación de lavavajillas eficientes en cocinas, minimizando el agua consumida por los lavavajillas convencionales, ahorrando el consumo de agua en un 40%.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Sustainable Water Management in a Krakow Housing Complex from the Nineteen-Seventies in Comparison with a Model Bio-Morphee Unit – Bonenberg, et al., 2022	Artículo en revista Sustainability	Polonia	Diseño	Edificio residencia de 4 pisos	6) Uso de orinales de consumo cero de agua por descarga en espacios públicos, reduciendo la demanda de agua. Respecto al sistema de almacenamiento y recirculación de aguas grises, el sistema está diseñado para implementar aireación, bombeo, filtrado mediante carbón activado, separación y almacenamiento, redirigiendo el agua a un sistema de irrigación de áreas verdes. En el caso de las aguas negras, se considera un sistema de humedales artificiales para ser tratadas y luego ser evacuadas a su ciclo natural. Se considera el uso de lavanderías comunitarias con lavadoras que optimizan el consumo de agua.
Properties of Concrete Mixes with Carwash Wastewater – Shahidan et al., 2016	Artículo en revista MATEC Web of Conferences	Malasia	Construcción	-	Se recolectó agua residual de lavado de autos de dos estaciones de servicio, que, previo a ser recolectada, fue dispuesta en una poza a través de un sistema de drenaje. Estas aguas residuales fueron testeadas según los estándares de la USEPA. Por otro lado, el cemento utilizado fue un cemento tipo CEM 1 42,5N y aditivos. Se obtuvo como resultado que usar un 10% de estas aguas disminuye los valores de resistencia, aunque estos valores aumentan cuando se utiliza entre 20% y 30% de aguas residuales de lavado de autos, pero sobre 30% todos los valores disminuyen. Es por lo anterior que el valor óptimo de aguas residuales de lavado de autos como sustitución de agua potable en las mezclas de hormigón es del 20%.
Greener and Leaner: Lower Energy and Water Consumption, and Reduced Work Orders, in Newly Constructed Boston Public Housing – Brod et al., 2020	Artículo en revista Atmosphere	Estados Unidos	Operación	Edificio de 3 y 5 pisos	Considerando dos sitios de estudio, ambos con edificios convencionales y con certificación LEED, ocupando artefactos de agua de bajo consumo (elementos de grifería de cocina, baño e inodoros) e implementando un sistema de riego certificado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA), con sensores de humedad y controladores para cada zona de riego, visualizándose un ahorro económico de \$5.033 y \$2.177 USD anuales respectivamente por departamento y el ahorro de 29% y 56% del consumo de agua, entre otros, indicando que la reurbanización ecológica puede beneficiar a los propietarios y ocupantes de las viviendas y brindar mejores recursos para operar y mantener los sistemas, a través de la reconversión de las viviendas públicas en nuevos edificios con mejor calidad ambiental.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Do Families Attitudes and Behaviors Support Sustainable Water Consumption – Boylu, A., Gunay, G, 2017	Artículo en revista European Journal of Sustainable Development	Turquía	Operación	Viviendas unifamiliares	A partir del estudio de la relación entre comportamiento de consumo sustentable y comportamiento de conservación de agua, donde se demostró que, a excepción del ingreso económico, ninguna de las variables socio demográficas tienen correlación con el comportamiento de conservación de agua, enfocando a la conciencia ambiental como la responsable de la cantidad de agua consumida en las viviendas. Por lo tanto, para ampliar la conciencia ambiental de los usuarios, se deberían agregar materias de consumos sustentable a los currículos de todos los niveles educacionales y medios de comunicación.
Do Families Attitudes and Behaviors Support Sustainable Water Consumption – Boylu, A., Gunay, G, 2017	Artículo en revista European Journal of Sustainable Development	Turquía	Operación	Viviendas unifamiliares	A partir del estudio de la relación entre comportamiento de consumo sustentable y comportamiento de conservación de agua, donde se demostró que, a excepción del ingreso económico, ninguna de las variables socio demográficas tienen correlación con el comportamiento de conservación de agua, enfocando a la conciencia ambiental como la responsable de la cantidad de agua consumida en las viviendas. Por lo tanto, para ampliar la conciencia ambiental de los usuarios, se deberían agregar materias de consumos sustentable a los currículos de todos los niveles educacionales y medios de comunicación.
Implications of Nontraditional Housing Arrangements for Urban Water Management in the United States Intermountain West – Barnett et. Al., 2019	Artículo en revista Society & Natural Resources	Estados Unidos	Operación	Viviendas urbanas	Este estudio sugiere que el consumo del agua, la toma de medidas asociadas a su conservación y el apoyo a políticas relacionadas están ligadas a las variables socio-demográficas de la población, al tipo de residente de la vivienda y al tipo de vivienda. Al realizar encuestas para explorar los efectos de viviendas no tradicionales (aquellas que usan elementos y técnicas de construcción innovadoras), en la toma de decisiones sobre el uso del agua, actitudes y comportamientos, y sus implicaciones para la gestión del agua urbana, se determinó que los inquilinos, residentes de edificios de varias unidades y miembros de las asociaciones comunitarias eran menos propensos que los propietarios de viviendas tradicionales a tener autoridad sobre muchas de las decisiones clave sobre usos de agua, como compra y reparación de electrodomésticos, opciones de jardinería exterior y sistemas de riego y gestión del césped. Además de tener menos probabilidades de conocer detalles de los costos o volúmenes de agua que utilizaban, sugiriendo que las políticas y estrategias de conservación del agua de los residentes responden a mensajes educativos,

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Implications of Nontraditional Housing Arrangements for Urban Water Management in the United States Intermountain West – Barnett et. AL., 2019	Artículo en revista Society & Natural Resources	Estados Unidos	Operación	Viviendas urbanas	señales de precios y programas de incentivos para los propietarios de viviendas no tradicionales, indicando que los programas e iniciativas de conservación, como las adaptaciones estructurales, deben dirigirse a las personas responsables de su aplicación. Para conseguir un ahorro efectivo, pueden ser necesarios estándares de construcción que exijan la instalación de sistemas de eficiencia hídrica e incentivar a cambiar patrones de consumo de propietarios a través de cambios en las prácticas de facturación de inquilinos y habitantes de viviendas múltiples, detallando los gastos y consumos de agua.
Modelling direct and indirect water requirements of construction – McCormack et al., 2007	Artículo en revista Building Research and Information	Australia	Construcción	-	La selección de materiales tiene un gran impacto en el agua incorporada de un edificio, mientras que las prácticas de construcción in situ la tienen en menor medida. Mediante el estudio se identificó que el acero tuvo la mayor cantidad de agua incorporada, seguido por el concreto y la moqueta. Centrarse en reducir el consumo de agua durante la construcción no sería significativa en comparación con el agua que se utiliza para producir los materiales. Sin embargo, la complejidad en la cadena de suministros dificultaría determinar con precisión donde concentrar los esfuerzos, porque además de estos puntos, se debe tener en cuenta el uso que tendrá la construcción.
Prototipo de vivienda modular sostenible para Leticia Amazonas – Restrepo y Celis, 2021	Tesis de pregrado, Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad Católica de Pereira	Colombia	Diseño	Vivienda social unifamiliar	Prototipo de vivienda modular que considera el uso eficiente del agua a través de un estanque de recolección de agua lluvia para uso doméstico, instalación de sistemas de bajo consumo, plantación de árboles y palmeras nativas, minimización del uso de agua en exteriores y uso de productos y materiales de bajo impacto ambiental (madera, hormigón reciclado y polipropileno). Esta vivienda responde de manera funcional, espacial y productiva para satisfacer las necesidades básicas de los habitantes, según sus costumbres.
Diseño de un modelo de vivienda sostenible de estrato uno en la ciudad de Bogotá – Gómez, 2021	Artículo de investigación, Facultad de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada	Colombia	Diseño	Vivienda	Para una vivienda de 3 habitantes se considera una planta purificadora de aguas lluvias, la cual consiste en un sistema de prefiltración con filtro de polipropileno y carbón activado, al igual que módulo de filtración con trampa de grasas, filtro de carbón activado en bloque, carbón activado granular y membrana de ultrafiltración, pudiéndose utilizar esta agua para riego, lavadora, descarga de inodoro, etc.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Diseño de Modelo de Viviendas Sostenibles Tipo (VIS) para el Municipio de castilla la Nueva, Meta – Orduz, 2021	Tesis de magíster, Universidad EAN	Colombia	Diseño y operación	Viviendas unifamiliares	Se propone un diseño de vivienda sostenible tipo Vivienda de Interés Social (VIS), accesible a los hogares de bajo recursos económicos o en situación de vulnerabilidad, asegurando habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción, las cuales aportan menor carga en materia energética al municipio y de igual manera ahorran agua al aprovechar las aguas grises y el fito depurado de un porcentaje de aguas negras. Las aguas lluvias, antes de ser almacenadas pasaran por un filtro, para ser utilizadas en lavadora, WC y para riego. En el caso de la reutilización del agua, se propone la dotación de las viviendas con sistemas de recirculación de aguas y sistema de tratamiento, entre otras. Las aguas lluvias, antes de ser almacenadas pasaran por un filtro, para ser utilizadas en lavadora, WC y para riego. Para el cambio de hábitos de personas que ocupan las viviendas, se propone como alternativa la realización de talleres de capacitación en temas como ahorro y uso eficiente de energía y gas, sistema de reutilización del agua, separación en la fuente, centros de acopio, etc.
Potential use of treated sewage in concrete to meet water crisis in megacities – Sahu & Kumar, 2022	Artículo en revista Waste and Resource Management	India	Construcción	No aplica	Debido los resultados de calidad de agua y límites admisibles del agua para la mezcla de hormigón según estudios científicos y normativas internacionales (BIS, BSI, ASTM y SABS), se concluye que el uso de aguas residuales tratadas es adecuado para la producción de hormigón, mostrando que tienen potencial para sustituir el uso de agua potable y deberían incluirse en las directrices y normativas pertinentes.
Residents and Professionals' Perspectives on Energy and Water Consumption While Transiting from Conventional Housing in South Africa – Dlamini & Yessoufou, 2022	Artículo en revista Sustainability	Sudáfrica	Diseño y operación	Edificios de 3 pisos con certificación EDGE	Siendo el cambio climático uno de los principales retos en el presente, se propone el concepto de sostenibilidad en todos los sectores, conociéndose que el rubro de la construcción contribuye de diversas maneras a los efectos del cambio climático, exigiéndose la incorporación de la construcción sostenible a los sistemas de gobernanza. Este estudio desarrolló entrevistas a profesionales del área de la construcción (19) y residentes de edificios con certificación EDGE (106). Por el lado de los profesionales de la construcción, 95% son conscientes del concepto de construcción sostenible. 52% reportó 2 barreras para el concepto: la construcción ecológica es costosa y no hay suficientes conocimientos al respecto, además, el 85% de los profesionales indicaron que las construcciones sostenibles contribuyen a reducir el calentamiento global y el desarrollo tecnológico contribuirá a reducir el elevado precio de la construcción sostenible, por lo que se proponen los siguientes caminos a seguir: diseño ecológico y uso de materiales sostenibles en el ciclo de vida del proyecto; intervención gubernamental, haciendo obligatorio este tipo de construcciones; y difundiendo el concepto en la industria de la construcción.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Residents and Professionals' Perspectives on Energy and Water Consumption While Transiting from Conventional to Sustainable Housing in South Africa – Dlamini & Yessoufou, 2022	Artículo en revista Sustainability	Sudáfrica	Diseño y operación	Edificios de 3 pisos con certificación EDGE	Por otro lado, el 55% de los residentes de las viviendas son conscientes de la certificación EDGE respecto al uso de agua y energía y 59% son conscientes de la implementación de medidas de ahorro de agua. Se observó que los residentes hombres están menos satisfechos con la información disponible en los medidores de agua. A partir de los resultados de la investigación, se recomienda financiar la construcción ecológica y educar a todos los profesionales de la construcción, establecer organismos responsables de concientizar sobre sostenibilidad en la construcción y entregar información detallada sobre la sostenibilidad a los residentes con medidas para el ahorro de la energía y agua.
Water end-uses and rainwater harvesting: a case study in Brazil – Hammes et al., 2020	Artículo en revista Urban Water Journal	Brasil	Operación	Vivienda unifamiliar	Al estudiar los usos finales del agua y el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias de una vivienda con residentes con hábitos de consumo consciente. Considerando que el consumo diario fue de 110 litros por persona, cercano a la dotación mínima para cumplir con las necesidades básicas según la UN, aunque los residentes notaron un incremento en el consumo del agua posterior al período de investigación, indicando que mientras menos se interfiera con la vida diaria de los residentes, los resultados serán más acordes a la realidad. Se recomienda la instalación de los sistemas de recolección de aguas lluvias en la etapa de construcción para disminuir los costos de instalación. Otra ventaja que provee este sistema es la acumulación de agua para eventos extremos o discontinuidad del servicio de agua potable, donde un contenedor de 2.000 litros podría proveer agua no potable para aproximadamente 15 días.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Water sustainable house: water auditing of 3 case studies in Perth, Western Australia – Byrne et al., 2019	Artículo en revista Water Practice & Technology	Australia	Operación	3 viviendas unifamiliares	Se determinó que el uso en interiores de aguas lluvias reduce, pero no elimina la dependencia de agua potable de la red, considerando las infraestructuras estudiadas: 1) Caso 1: Fue adaptada con un sistema de desviación de aguas grises para captación y sedimentación y un segundo depósito como cámara de bombeo, con el tamaño para mantener las aguas grises por 24 horas. En caso de malfuncionamiento, estas aguas se redirigirían al alcantarillado. Además, con captación de aguas lluvias en una superficie de 200 m² del techo, depositadas en un estanque de acumulación. 2) Caso 2: También fue adaptada para recolectar agua a través de dos colectores para llenar un sumidero de 30 litros con una bomba sumergida para su operación que, al llegar a un nivel específico, se activaba el sistema para regadío de las áreas verdes y, en caso de fallas o bloqueo, se redirigían al alcantarillado. Las aguas lluvias se recolectaban de una superficie de 70 m² en el techo de la vivienda y almacenado en un estanque de 2.500 litros para uso de inodoro, lavadora, jardín, etc., con el suministro principal como refuerzo. 3) Caso 3: La vivienda fue construida con colector de aguas grises, suministro de aguas lluvias para usos internos (con un sistema flexible para adecuar a los usos de los propietarios, por ejemplo: todos los usos de agua potable y no potable o sólo usos no potables), acumulándose en un contenedor de 18.000 litros que, para usos potables, era tratada con filtración y desinfección con radiación UV e instalaciones de fontanería para el uso eficiente del agua. De esta forma, las auditorías de agua son una herramienta práctica para evaluar la sostenibilidad del agua bajo distintos escenarios, demostrando que en los casos de estudio se puede suministrar agua de lluvia para usos interiores y exteriores, mientras que las aguas grises se pueden usar para necesidades de los exteriores de las viviendas. Estas adaptaciones de las viviendas pueden generar un aumento en su plusvalía y diversificar los suministros de agua potable de la ciudad.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Assessment of water consumption during production of material and construction phases of residential building projects – Heravi & Abdolvand, 2019	Artículo en revista Sustainable Cities and Society	Irán	Diseño y construcción	Edificios residenciales	Mediante un Análisis de Ciclo de Vida sobre el consumo de agua en edificios residenciales, se determinó que el consumo de agua indirecto (o virtual), se distribuye en 84% por el uso de materiales, 15% por el emplazamiento y 1% por el consumo humano. Este tipo de consumo equivale al 2% del costo anual de la construcción de edificios residenciales. Siendo los componentes del interior de los edificios los que más requieren agua indirecta, se podría usar materiales con menos consumo indirecto de agua, como considerar otro tipo de fachada (placas de cemento, piedra de construcción y láminas compuestas) y el uso de hormigón celular, debido a que contienen un 80% de aire, por lo que las cantidades de materiales base disminuye considerablemente. Como la producción de acero es el componente de las construcciones que más consume agua indirecta (58%), se propone implementar la conservación de agua en los procesos productivos de los materiales, optimizando las fábricas de acero, mediante enfoques de reducción, reutilización y reciclaje (RRR). Algunos ejemplos de estos enfoques son: utilizando el proceso seco para la producción de acero, incluyendo el enfriamiento del coque sin agua, granulación seca de la escoria, captador de polvo seco en la unidad de alto horno, recircular el agua del proceso, usando un sistema de refrigeración de ciclo cerrado, utilizando un sistema moderno y eficaz de refinado de aguas residuales, entre otros.
Valoración del uso del agua en la isla de San Andrés: turistas, hoteles y viviendas turísticas – James & Barrios, 2020	Artículo en revista PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural	Colombia	Operación	Viviendas y hoteles turísticos	En la Isla de San Andrés podría existir un déficit en el suministro de agua de los acuíferos y, debido al aumento de la población y cambio climático, la recolección de aguas lluvias podría ya no ser una solución al contar con menos espacio para ello y sólo lluvias en invierno. Es por lo anterior que se han desarrollado las siguientes estrategias para el ahorro del agua en hoteles y viviendas turísticas: promoción de estrategias de ahorro de agua (avisos, publicidad), lavado de toallas con menor frecuencia y reutilización del agua del aire acondicionado para actividades de aseo o riego de plantas y áreas verdes.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Vivienda sustentable: una discusión sobre el manejo eficiente del uso de agua en instalaciones domiciliarias. Caso de estudio: Santa Fe – Argentina – Belliot & Fiscarelli, 2020	Artículo en revista Hábitat Sustentable	Argentina	Diseño y operación	Viviendas unifamiliares, viviendas unifamiliares de dos pisos y edificaciones	Se pretende promover la eficiencia del consumo hídrico en el marco de la construcción de infraestructura, mediante tres escenarios definidos, aportando a la reflexión sobre las decisiones en el diseño de los proyectos de viviendas y edificaciones que actualmente no promueven la eficiencia como valor agregado, desalentando la concepción de vivienda como hábitat sustentable: 1° Escenario – Nivel de eficiencia del usuario: Se evidencia que es posible una reducción de hasta 30% de agua a partir del uso racional y cambios de hábitos en los usuarios/habitantes, sin alterar niveles de confort, por ejemplo, duchas de 5 minutos, cerrar el grifo durante el lavado de dientes y afeitado, regar áreas verdes por las noches o al amanecer. En este escenario se logran valores de eficiencia de hasta 27%. 2° Escenario – Cambio en la tecnología sin uso del agua de lluvia cosechada: Se pueden usar artefactos e instalaciones más eficientes sin disminuir el confort ni modificar las necesidades básicas de consumo de agua, aumentando la eficiencia en un 30%, por ejemplo, con inodoros selectivos dependiendo de la necesidad, usar grifos con pulsador o temporizador automáticas. En este escenario se permite un abatimiento de hasta 30%. 3° Escenario – Cambio en la tecnología con uso del agua de lluvia cosechada: En el caso de las viviendas de un nivel, no se requeriría tanque de bombeo, pero sí de reserva y pueden estar conectadas directamente a la cocina para consumo. Para las viviendas de dos niveles y edificios de viviendas se requiere estanque de bombeo y de reserva. Los usos asociados a la cosecha de aguas lluvias se dividen en dos grupos; el primero es de utilización simple directamente de la cisterna para higiene de pisos, veredas y mantenimiento de verde; y el segundo es complejo, incorporándolo al circuito hidráulico sanitario, sin considerar consumo e ingesta. En este escenario es posible abatir entre el 22% al 44%

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Diseño de una vivienda ecológica multifamiliar con parámetros de sostenibilidad en la ciudad de Lima – Espinoza & Portocarrero, 2021	Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma	Perú	Diseño	Vivienda multifamiliar de 3 pisos	Con el fin de disminuir el consumo de agua, se diseñó un sistema de reciclaje de agua doméstica, específicamente de aguas grises, para viviendas multifamiliares, considerando tanto una dotación diaria para agua fría y agua caliente, dependiendo de la cantidad de dormitorios. Se utilizó agua de la ducha y lavadora para abastecer la cisterna del inodoro, el riego de jardín, lavado de pavimento y limpieza de la casa, pudiéndose ahorrar 6,6 m3 mensuales de agua, lo cual significa un ahorro económico y una disminución del consumo diario. Se recomienda impulsar las certificaciones sostenibles en el país, como por ejemplo la certificación BREEAM y LEED.
Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca – Molina et al., 2018	Artículo en revista INGENIUS Revista de Ciencia y Tecnología	Ecuador	Operación	Viviendas multifamiliares	A partir de una encuesta a 280 viviendas de la ciudad de Cuenca se consideran los criterios para la reducción del consumo de agua potable en las viviendas, siendo éstas control de consumo de agua y fugas, uso de dispositivos ahorradores y sistemas de reutilización de agua lluvia, donde sólo un 24% de las viviendas aplican alguna de estas estrategias, proyectándose un ahorro en consumo de agua potable de hasta un 30%. Mientras que ninguna de las viviendas contaba con sistema de recolección de aguas lluvia, un 90% de los encuestados estaría dispuesto a utilizar este sistema para usos sanitarios, riego, lavado de ropa y limpieza, pudiendo ahorrar un 20% de la demanda total de agua. Además, sólo un 6% de las viviendas usan sanitarios ahorradores, lo cual, a través de mediciones de agua, se determinó que el uso en inodoros representa un 27,98% del total del consumo. Se cree que un 15% del consumo mensual podría deberse a posibles fugas de agua.
Diseño de un sistema de recuperación de aguas grises para viviendas sostenibles en la ciudad de Medellín – Velásquez & Londoño, 2019	Artículo en revista Construcción y Sostenibilidad	Colombia	Operación	Viviendas unifamiliares	Se diseñó un sistema de fibra de vidrio con una bomba interior, para la recolección, almacenamiento y entrega del agua provenientes de la lavadora, con la capacidad de subir el agua hasta un tercer piso y un tanque con una válvula que permite el llenado completo, que al llenarse completamente se cierra automáticamente para que el agua pueda seguir su curso hacia el desagüe. Además, tiene filtros ubicados antes de la entrada del tanque para evitar el ingreso de material particulado (motas y restos de cabello) y una llave en la parte inferior para sacar agua cuando se requiera. Realizando un estudio en distintas aguas residuales de 10 viviendas, se llegó a la conclusión que el hipoclorito de sodio cumple con los requerimientos para recircular el agua desde la lavadora al sanitario, conservando las propiedades necesarias.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Diseño de una vivienda ecológica multifamiliar con parámetros de sostenibilidad en la ciudad de Lima – Espinoza & Portocarrero, 2021	Tesis de pregrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma	Perú	Diseño	Vivienda multifamiliar de 3 pisos	Con el fin de disminuir el consumo de agua, se diseñó un sistema de reciclaje de agua doméstica, específicamente de aguas grises, para viviendas multifamiliares, considerando tanto una dotación diaria para agua fría y agua caliente, dependiendo de la cantidad de dormitorios. Se utilizó agua de la ducha y lavadora para abastecer la cisterna del inodoro, el riego de jardín, lavado de pavimento y limpieza de la casa, pudiéndose ahorrar 6,6 m3 mensuales de agua, lo cual significa un ahorro económico y una disminución del consumo diario. Se recomienda impulsar las certificaciones sostenibles en el país, como por ejemplo la certificación BREEAM y LEED.
Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca – Molina et al., 2018	Artículo en revista INGENIUS Revista de Ciencia y Tecnología	Ecuador	Operación	Viviendas multifamiliares	A partir de una encuesta a 280 viviendas de la ciudad de Cuenca se consideran los criterios para la reducción del consumo de agua potable en las viviendas, siendo éstas control de consumo de agua y fugas, uso de dispositivos ahorradores y sistemas de reutilización de agua lluvia, donde sólo un 24% de las viviendas aplican alguna de estas estrategias, proyectándose un ahorro en consumo de agua potable de hasta un 30%. Mientras que ninguna de las viviendas contaba con sistema de recolección de aguas lluvia, un 90% de los encuestados estaría dispuesto a utilizar este sistema para usos sanitarios, riego, lavado de ropa y limpieza, pudiendo ahorrar un 20% de la demanda total de agua. Además, sólo un 6% de las viviendas usan sanitarios ahorradores, lo cual, a través de mediciones de agua, se determinó que el uso en inodoros representa un 27,98% del total del consumo. Se cree que un 15% del consumo mensual podría deberse a posibles fugas de agua.
Diseño de un sistema de recuperación de aguas grises para viviendas sostenibles en la ciudad de Medellín – Velásquez & Londoño, 2019	Artículo en revista Construcción y Sostenibilidad	Colombia	Operación	Viviendas unifamiliares	Se diseñó un sistema de fibra de vidrio con una bomba interior, para la recolección, almacenamiento y entrega del agua provenientes de la lavadora, con la capacidad de subir el agua hasta un tercer piso y un tanque con una válvula que permite el llenado completo, que al llenarse completamente se cierra automáticamente para que el agua pueda seguir su curso hacia el desagüe. Además, tiene filtros ubicados antes de la entrada del tanque para evitar el ingreso de material particulado (motas y restos de cabello) y una llave en la parte inferior para sacar agua cuando se requiera. Realizando un estudio en distintas aguas residuales de 10 viviendas, se llegó a la conclusión que el hipoclorito de sodio cumple con los requerimientos para recircular el agua desde la lavadora al sanitario, conservando las propiedades necesarias.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Life Cycle Assessment of different prefabricated rates for building construction – Wang & Sinha, 2021	Artículo en revista Buildings	Suecia	Construcción	Edificios prefabricados	Siendo las obras con hormigón prefabricado la con menor impacto ambiental (comparada con hormigón convencional) en todas las fases de su ciclo de vida, siendo la mayor parte de los impactos ambientales debido a la extracción de materiales. Mientras más materiales prefabricados se utilicen, más se reduce la huella hídrica de la construcción prefabricada. Sin embargo, aumenta la huella energética y huella de carbono. La ecotoxicidad terrestre muestra el alza más significativa. Se identifica al transporte de los materiales como el factor sensible en las huellas energética, de carbono y ecotoxicidad terrestre, ya que los impactos asociados al transporte superan a los beneficios en otras etapas del ciclo de vida. Es debido a que las distancias de transporte de los materiales prefabricados de hormigón son mayores que las del hormigón convencional, e incluso podría empeorar los problemas ambientales. Aun así, si se utilizan combustibles limpios y proveedores cercanos para el transporte, la situación podría optimizarse.
Green building incentives: A review – Ayokunle, Bo & Skitmore, 2016	Artículo en revista Renewable and Sustainable Energy Reviews	-	Diseño y construcción	-	Se identifican los incentivos para la construcción ecológica, los cuales han contribuido a que, en Europa, Sudáfrica y algunas partes de Asia, donde existen incentivos avanzados, se esté generando un gran desarrollo de prácticas de construcción ecológica. Estos incentivos se categorizan en externos, promovidos por el gobierno, financieros y no financieros; y los internos, que son los relacionados con el bienestar de las personas, demanda del mercado, gratificación, altruistas y de persuasión e inspiracionales. Las iniciativas de desarrollar proyectos de construcción ecológica son principalmente por voluntad propia de los propietarios y otras partes interesadas, siendo los incentivos no financieros (densidad suelo-área, asistencia técnica, agilización de los permisos, ayuda a la planificación empresarial, asistencia a la comercialización, reducción de la normativa, programas de garantía y gestión ecológica especializada en los organismos de construcción y planificación) los que más animan a este tipo de construcciones. Asimismo, el gobierno prefiere la regulación que la incentivación de estas iniciativas. Las principales críticas a los incentivos a la construcción ecológica son la vinculación de los incentivos a la certificación, la falta de un mecanismo de ejecución y la ausencia de un mecanismo para determinar el nivel óptimo de incentivos necesarios. Además, estas construcciones enfrentan una baja demanda, ya

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Green building incentives: A review – Ayokunle, Bo & Skitmore, 2016	Artículo en revista Renewable and Sustainable Energy Reviews	-	Diseño y construcción	-	que los incentivos no son transferibles a los compradores o arrendatarios. Aun así, se desprenden estrategias para mejorar estos incentivos, donde se destacan la colaboración entre el gobierno y el sector privado, la promoción de los incentivos por parte del gobierno, generar incentivos a largo plazo, la mitigación de los incentivos diferenciados para cada parte interesada y generando mayor concientización sobre los incentivos que existen.
China's construction industry-linked economy-resources -environment flow in international trade – Chuai et al., 2021	Artículo en revista Journal of Cleaner Production	China	-	-	A través de las inversiones económicas de China con países extranjeros, especialmente con regiones no desarrolladas como América Latina, África y Asia, y desarrolladas como Australia, Reino Unido, Suecia y Rusia, se consumen agua y materias primas, por lo que para proteger el medio ambiente hay que tomar medidas como evitar las construcciones innecesarias, optimizar la estructura de la economía china y mejorar la eficiencia energética, estructura económica, mejorar el uso eficiente de los recursos, reforzar la protección del medio ambiente y reducir la exportación de productos de alto consumo energético y recursos.
Green Building Rating Systems (GBRSs) – Marchi, Antonini & Politi, 2021	Artículo en revista Encyclopedia	-	-	-	Los sistemas de clasificación de edificios ecológicos han desempeñado un papel fundamental a la hora de impulsar a las partes interesadas de la construcción a transformar el rubro al evaluar el nivel de sostenibilidad de las construcciones y han demostrado ser herramientas valiosas y flexibles para apoyar una transición hacia un futuro más sustentable, inteligente y justo. Estos sistemas llevan casi tres décadas desempeñándose y han tenido éxito al contabilizar cientos de modelos con distintos enfoques, métodos y difusión, al ser procesos abiertos e involucrar a las partes interesadas y sus implicancias. Los edificios sostenibles tienen importantes beneficios medioambientales, así como valores económicos y sociales (por ejemplo, la reducción de los costos operativos y la mejora de la calidad del aire interior de los lugares de trabajo), debiéndose principalmente a la estructura de estos sistemas, que orientan a las partes interesadas, proporcionándoles información y pruebas de los beneficios de sus decisiones. Además, fomenta formas más eficaces de colaboración entre profesionales para aprovechar las oportunidades aún no incluidas en cada sistema (por ejemplo, el Análisis de Ciclo de Vida). El desafío que presentan estos sistemas consiste en reforzar y ampliar su papel a la hora de dirigir el proceso de diseño y construcción hacia una sostenibilidad verdaderamente holística.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción – Enshassi, Kochendoerfer & Rizq, 2014	Artículo en revista Ingeniería de Construcción	Palestina	Construcción	-	A través de 50 encuestas entre profesionales que trabajan en la industria de la construcción, se concluyó que en la Franja de Gaza los impactos ambientales más significativos asociados a este rubro son la generación de polvo, contaminación acústica, operaciones con remoción de la vegetación y la contaminación atmosférica, siendo la categoría de impacto a la comunidad o social era el más importante. Estos impactos generan una degradación del medio ambiente, incluyendo la degradación del agua, suelo y aire; donde en el consumo de recursos renovables y no renovables debido al proceso constructivo apareció como uno de los impactos que afectaba al medio ambiente, debido al consumo de materias primas, como el agua, áridos, arena, grava, madera, hierro, entre otros. Esto genera una preocupación por el posible agotamiento de estos recursos. Además, el polvo aparece como el impacto negativo más crítico, por lo que debería existir un adecuado control de éste, utilizando, por ejemplo, sistemas de humectación por aspersión, cierros para contener polvo y sistemas de ventilación o extracción para removerlo. Es por lo anterior que se recomienda promulgar leyes estrictas para la reducción de los impactos, por ejemplo: obligar a las instituciones a realizar Evaluaciones de Impacto Ambiental.
Cuantificación del Consumo de Agua en el Proceso Constructivo de Viviendas Unifamiliares Tipo. Estrategias de Minimización – Dubravcic, 2017	Artículo del Libro de Actas del 3er Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes	Bolivia	Diseño	Viviendas unifamiliares	Se proponen las siguientes medidas y estrategias de minimización del consumo de agua en la construcción de viviendas unifamiliares desde el entorno normativo e institucional: • Regular y facturar el consumo indiscriminado del agua para fomentar el uso racional de este recurso. • Potenciar el mantenimiento de las viviendas para disminuir volúmenes significativos de obras de mantenimiento. • Establecer medidas "penalizadoras" para los usos abusivos e indiscriminados del agua. • Concientización sobre el recurso, su escasez y las inversiones necesarias para poder consumirlo. A su vez, se proponen las siguientes medidas competentes a los cargos técnicos de diseño y ejecución de los proyectos: • Reducir la repercusión de elementos comunes al preferir edificaciones en altura que urbanizaciones abiertas. • Calidad en las especificaciones técnicas para disminuir o evitar reparaciones y demoliciones debido a una mala interpretación de los planos. • Evaluar soluciones para cada subsistema constructivo, por ejemplo, cimentación que ahorre el consumo de agua. • Estar actualizados con los nuevos materiales y productos utilizados en la construcción para el ahorro de agua. En general, mientras más finalizado esté el producto al salir de fábrica, menor consumo global de agua se utilizará, ya que se necesitan menos operaciones para su instalación y acabado en la obra.

FUENTE	TIPO DE DOCUMENTO	PAÍS	ETAPA DE CICLO DE VIDA	TIPO DE PROYECTO	MEDIDAS
Diseño de Hormigón Permeable para el Aprovechamiento de Agua Lluvia en Superficies de Uso Peatonal – Moya, et al., 2022	Artículo en revista Global Journal of Researches in Engineering	Ecuador	Diseño	-	Se considera una estructura de recolección de agua lluvia compuesto por losa permeable, estrato permeable y tuberías de conducción. En este tipo de hormigón permeable o poroso no puede utilizarse acero de refuerzo, ya que, al ingresar agua, el acero tiende a corroerse con el pasar del tiempo. La correcta manipulación en la elaboración, el porcentaje de finos y el contenido de cemento inciden en la resistencia final del hormigón, ya que la homogeneidad que presenta este hormigón debe ser suficiente para generar una correcta adherencia. Al simular la lluvia en diferentes estados de humedad se evidencia que la losa permeable húmeda permite hasta un 69% de paso de agua y cuando se encuentra más humedecida permite hasta un 87%, por lo que el caudal aumenta a medida que esta se humedece. Esto es debido a que mientras más se humedecen las partículas pertenecientes al hormigón, la estructura comienza a funcionar como sumidero, permitiendo el libre paso de las partículas de agua. El experimento no pudo medir escurrimiento superficial al tener un flujo continuo sin una capa de suelo.

Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda internacional citada en capítulo referencias.

4.2. ENCUESTAS

4.2.1. ENCUESTA NACIONAL- PROFESIONALES DEL RUBRO

De los 66 participantes de la encuesta, un 36% se identificaron como constructora y un 25% como inmobiliaria, en menor porcentaje participaron oficinas de proyectos (arquitectura, cálculo, etc.), proveedores, empresas de especialidad y otras. Cabe destacar, que uno de los encuestados se identificó como constructora e inmobiliaria, por lo que se consideró en ambas categorías.

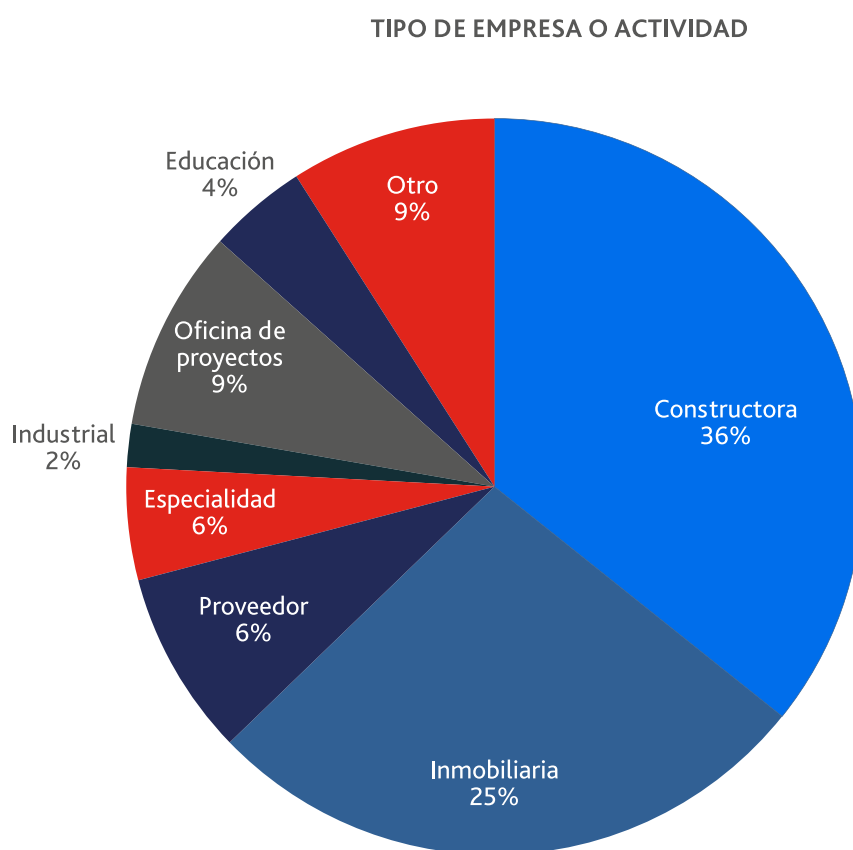


Figura 9. Tipo de empresa o actividad a la que pertenecen los encuestados.
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

La distribución geográfica de los participantes de la encuesta según el tipo de empresa o actividad se puede observar en la Figura siguiente. Es importante mencionar, que una parte relevante de las inmobiliarias encuestadas pertenecen a la oficina regional Metropolitana y de Valparaíso, mientras que la mayoría de las Constructoras pertenecen a la Región de Valparaíso y Rancagua.

Un 89% del total de encuestados no pertenece al Grupo de Innovación Inmobiliaria ni al Grupo Técnico Inmobiliario, los que corresponden a grupos de trabajo conformados a nivel nacional por la CChC.

Tipo de empresa o actividad v/s oficina regional CChC

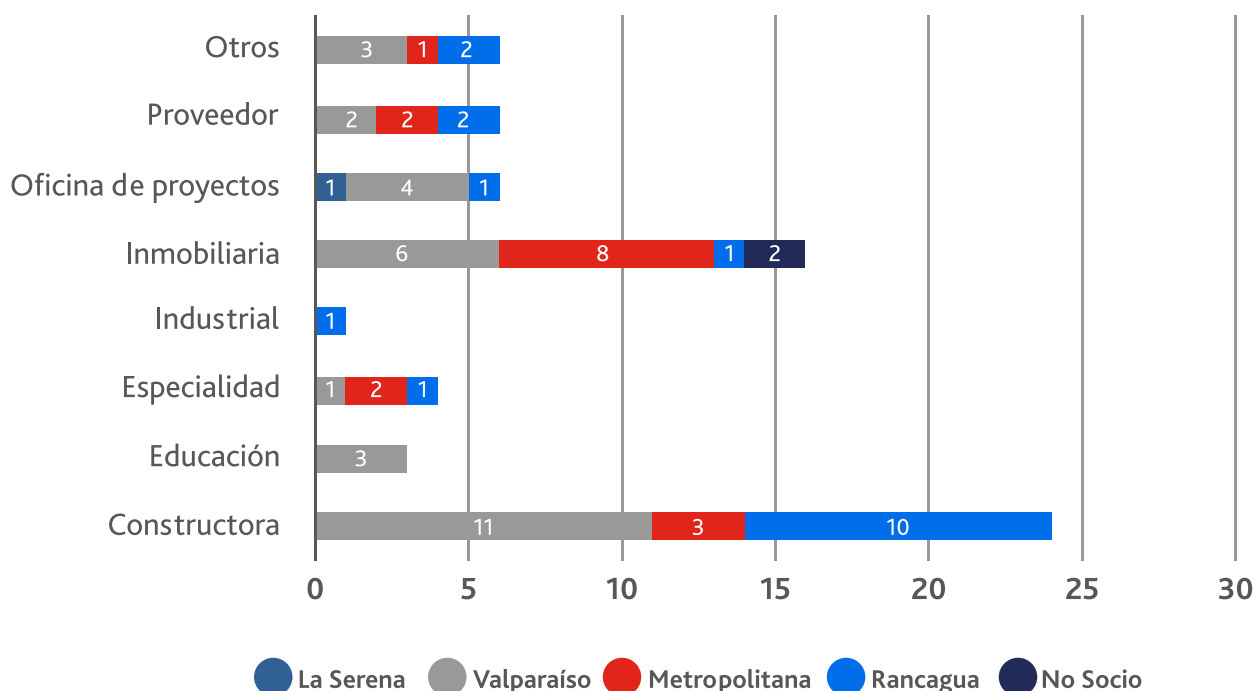


Figura 10. Tipo de empresa o actividad versus oficina regional CChC de la que es socio.
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

Respecto a la pregunta ¿qué tan importante es para usted la sostenibilidad del agua a nivel global y en Chile?, la mayoría de los encuestados indicaron que les parecía Muy importante, independiente de que tipo de empresa son o que actividad realizan. En constructoras, inmobiliarias y proveedores las percepciones están divididas, sin embargo, en su mayoría es percibido como algo muy importante e importante. Se destaca que dos constructoras lo consideran poco importante.

Tipo de empresa o actividad versus importancia de la sostenibilidad del agua a nivel global y en Chile

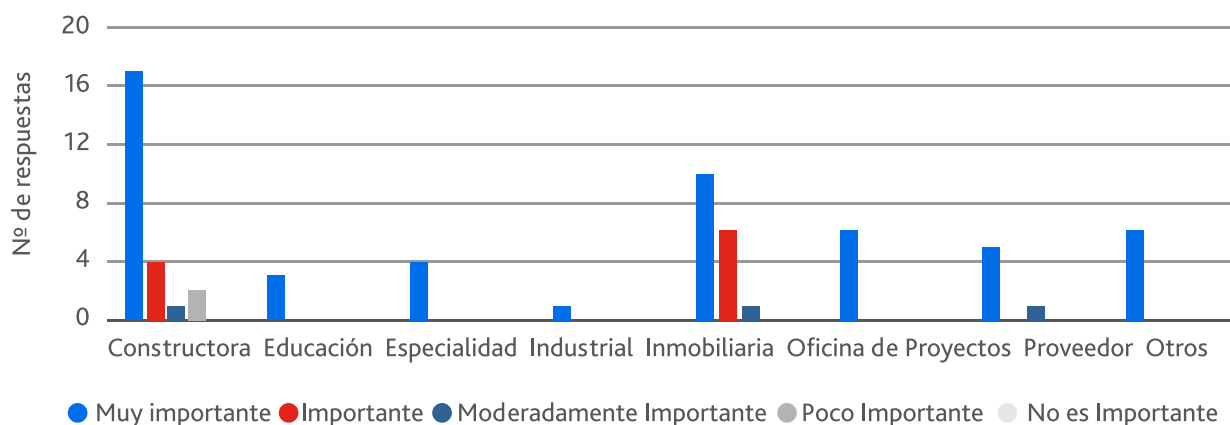


Figura 11. Tipo de empresa o actividad versus importancia de la sostenibilidad del agua a nivel global y en Chile.
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

Por otro lado, cuando se les pregunta a los encuestados por su percepción de la problemática de la gestión del agua específicamente a nivel nacional, la mayoría de los encuestados les parece Muy relevante y Relevante, independiente de la región. Sólo en Valparaíso y Rancagua hay encuestados que perciben esta problemática como algo de moderada relevancia.

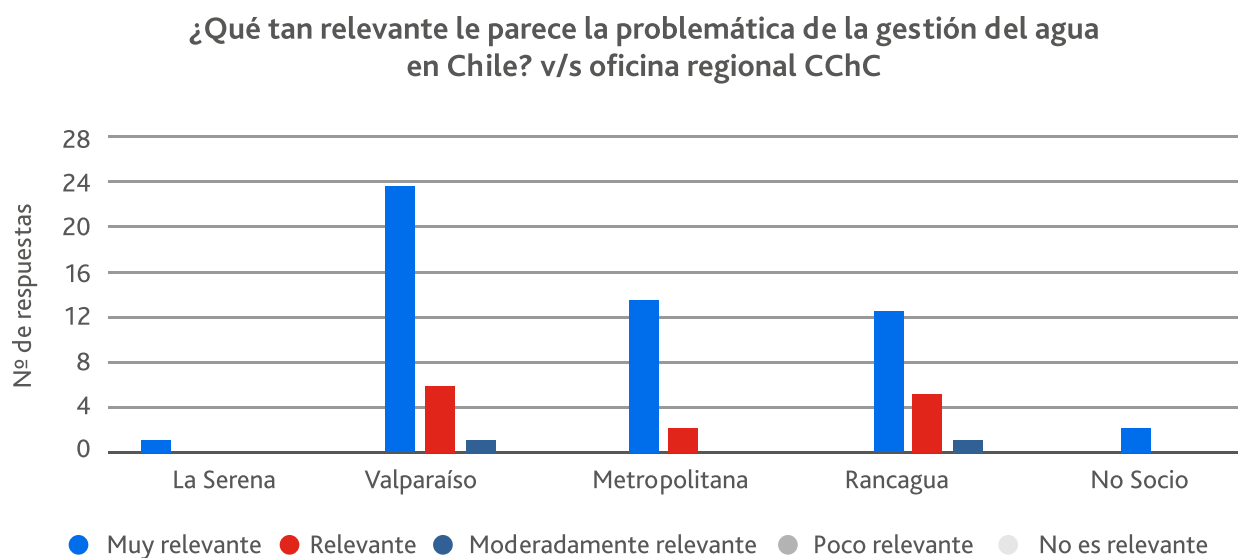


Figura 12. ¿Qué tan relevante le parece la problemática de la gestión del agua en Chile? versus oficina regional CChC de la que es socio.
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

Ante la pregunta “¿en qué medida cree usted que el desarrollo de iniciativas de sostenibilidad hídrica ha incrementado?”, se destaca que un 57% de los encuestados indicó creer que han incrementado poco, seguido por un 18% que cree que han incrementado mucho.

PERCEPCIÓN DEL DESARROLLO DE INICIATIVAS DE SOSTENIBILIDAD HÍDRICA

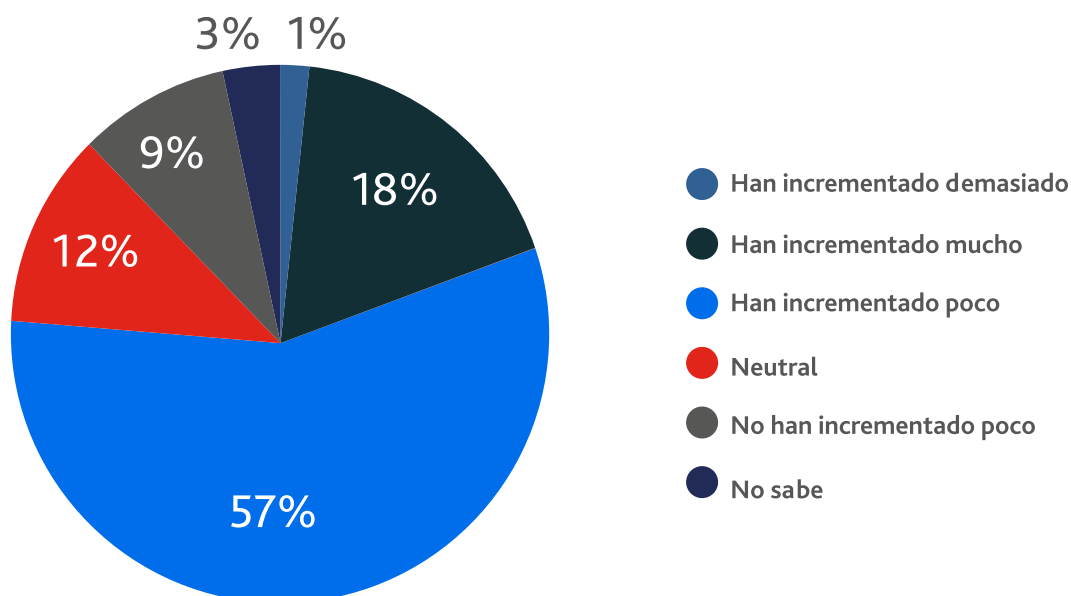


Figura 13. Percepción del desarrollo de iniciativas de sostenibilidad hídrica.
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta “Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción”.

Un 55% de los encuestados señaló conocer iniciativas nacionales de eficiencia hídrica en la construcción de viviendas. Entre las iniciativas más conocidas se encuentran la reutilización de aguas grises, seguido por el uso de vegetación nativa y el almacenamiento de aguas lluvias.

¿Qué iniciativas nacionales de eficiencia hídrica en la construcción de viviendas conoce?

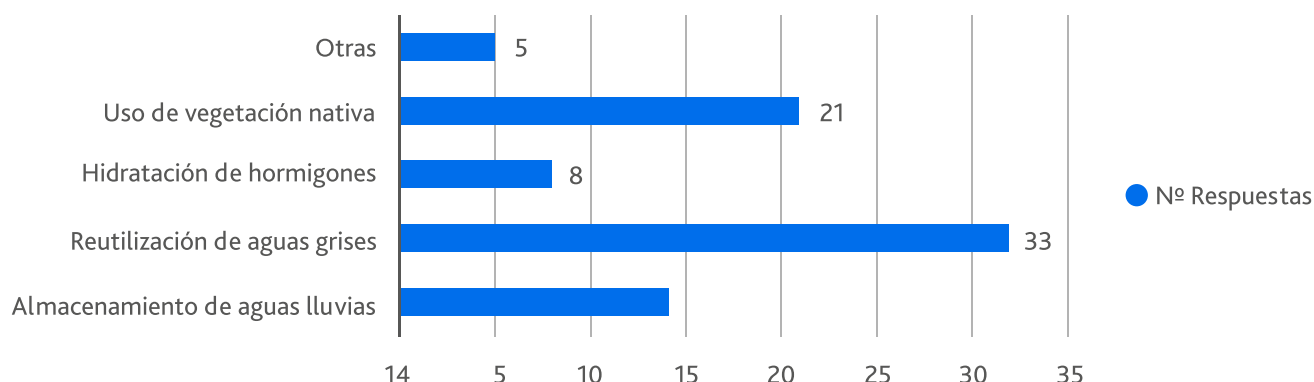


Figura 14. ¿Qué iniciativas nacionales de eficiencia hídrica en la construcción de viviendas conoce?
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

En la alternativa "otras", los encuestados mencionaron la implementación de artefactos eficientes y el riego por goteo. Además, a los encuestados se les solicitó describir a grandes rasgos las iniciativas que conocían, logrando reconocer las siguientes iniciativas que no eran parte de las alternativas del formulario:

- Aditivos en el fraguado para reducir el consumo de agua.
- Reutilización de aguas para hormigonado.
- Sistemas de descargas sanitarias diferenciados para aguas grises y aguas negras.
- Control regulado de aguas para riego de áreas verdes.
- Plantas de tratamiento de aguas.
- Uso de chip para el reemplazo de pastos
- Uso de humedales construidos - Biofiltro.

En cuanto a proveedores nacionales de tecnología o materiales, un 38 encuestados indicó conocer proveedores, sin embargo, de estos solo un 55% lograron indicar el nombre un proveedor. Las tecnologías o materiales más conocidos por los encuestados son los artefactos eficientes y plantas de tratamiento de aguas, la menos conocida es el Lean ambiental, ya que más que una tecnología en sí misma, es una filosofía de gestión o modelo que permite diseñar sistemas de producción para minimizar la pérdida de recursos (Lean Institute Chile, 2022) a través de herramientas Lean, lo que requiere comprender las bases del modelo y una mayor capacitación, evidenciándose una baja adopción de estas nuevas técnicas en Chile (Ibáñez Valenzuela, 2018) (Kowal Cuadra, 2021).

¿Qué tecnologías o materialidades que construyen a la eficiencia hídrica conoce?

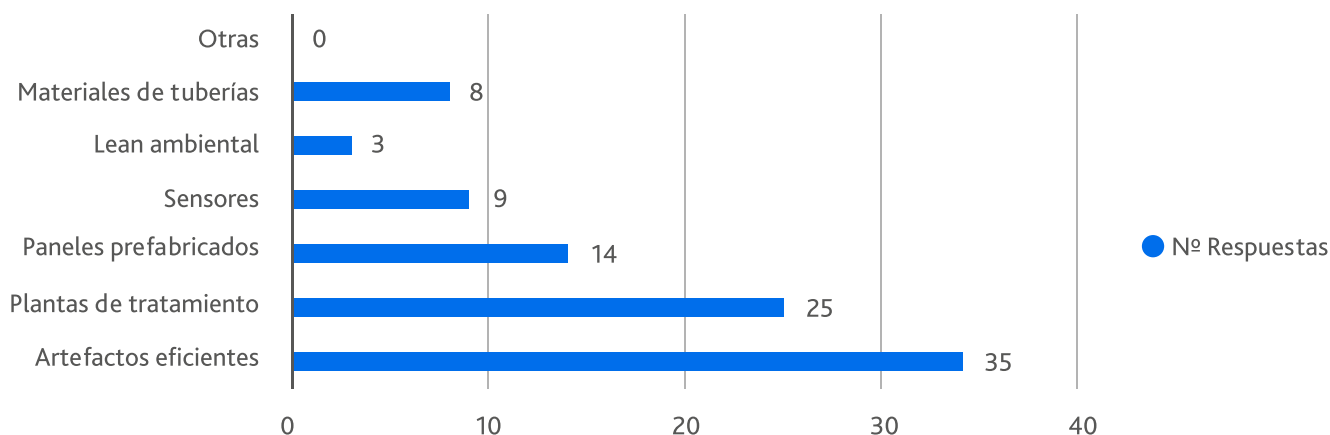


Figura 15. ¿Qué tecnologías o materialidades que contribuyan a la eficiencia hídrica conoce?
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

Frente a la pregunta "¿Qué buenas prácticas para el uso eficiente del agua en la construcción conoce?", al igual que en la pregunta anterior, destacó el uso de artefactos eficientes, seguido por la reparación de fugas y los talleres a la comunidad. En este caso, hay 8 encuestados que indicaron no conocer buenas prácticas en el rubro, entre los cuales se encuentran tres inmobiliarias y dos proveedores. Por otro lado, hay quienes complementaron su respuesta mencionando en la opción "otras" el reciclaje de aguas de lavado de camiones, solenoides de empalme, reutilización de agua gris, lluvia y agua condensada, y finalmente, la toma de decisiones desde la alta dirección en empresas inmobiliarias y constructoras.

¿Qué buenas para el uso eficiente del agua en la construcción conoce?

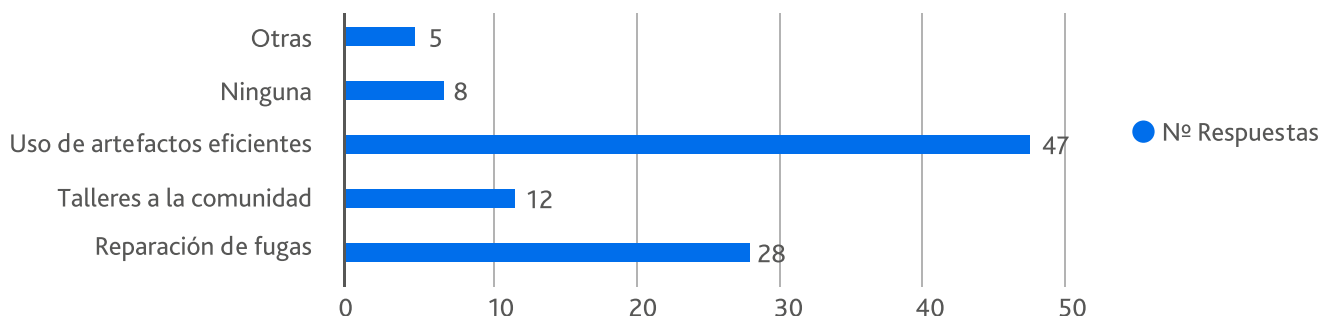


Figura 16. ¿Qué buenas prácticas para el uso eficiente del agua en la construcción conoce?
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

Sobre las barreras existentes para una mejor gestión del agua en el rubro de la construcción de viviendas, 3 encuestados no perciben que existan barreras, los demás coinciden en la existencia barreras normativas, seguido por las barreras económicas y tecnológicas. Es importante mencionar, que además de las alternativas dispuestas en el cuestionario, los encuestados indicaron la existencia de barreras culturales, falta de conocimiento, falta de difusión y beneficios.

¿En qué ámbitos considera que hay barreras a superar a nivel nacional en la gestión del agua en el rubro de la construcción de viviendas?

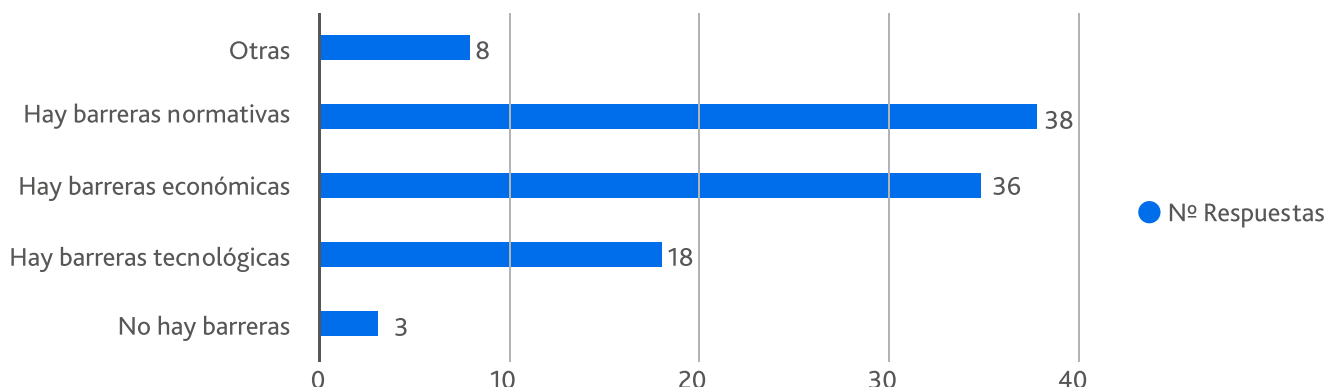


Figura 17. ¿En qué ámbitos considera que hay barreras a superar a nivel nacional en la gestión del agua en el rubro de la construcción de viviendas?
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

Finalmente, con relación a la existencia de incentivos un 83% considera no hay beneficios e incentivos suficientes en esta temática, seguido por un 9% que indica desconocimiento acerca de los beneficios existentes. Uno de los encuestados profundizó indicando que, si bien él percibe que existen incentivos, mientras no se apruebe el Reglamento para la reutilización agua grises no es posible aplicarlos.

¿Considera que hay beneficios e incentivos suficientes para una mejor gestión hídrica en este ámbito en el futuro?

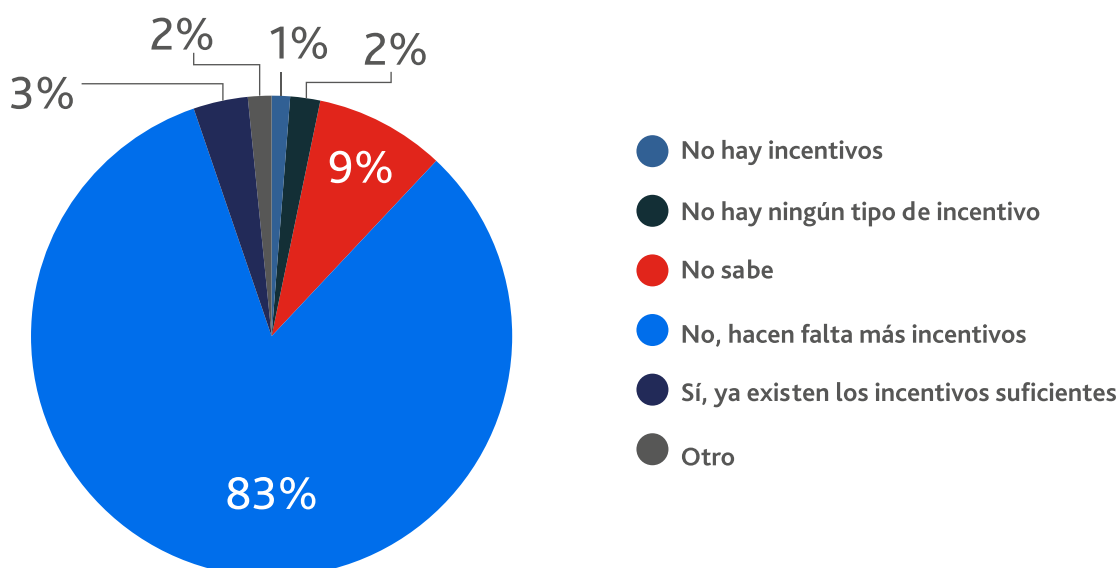


Figura 18. ¿Considera que hay beneficios e incentivos suficientes para una mejor gestión hídrica en este ámbito en el futuro?
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción".

4.2.2. ENCUESTA SALAS DE VENTA – USUARIOS EN ADQUISICIÓN DE VIVIENDA

De los 76 participantes de la encuesta, el 68% indico residir en comunas de la Región Valparaíso y 32% en la Región Metropolitana. Del total de participantes 82% indicaron percibir la sostenibilidad del agua a nivel global y en Chile como algo Muy importante, por lo que se puede destacar una preocupación por parte de los encuestados en esta temática.

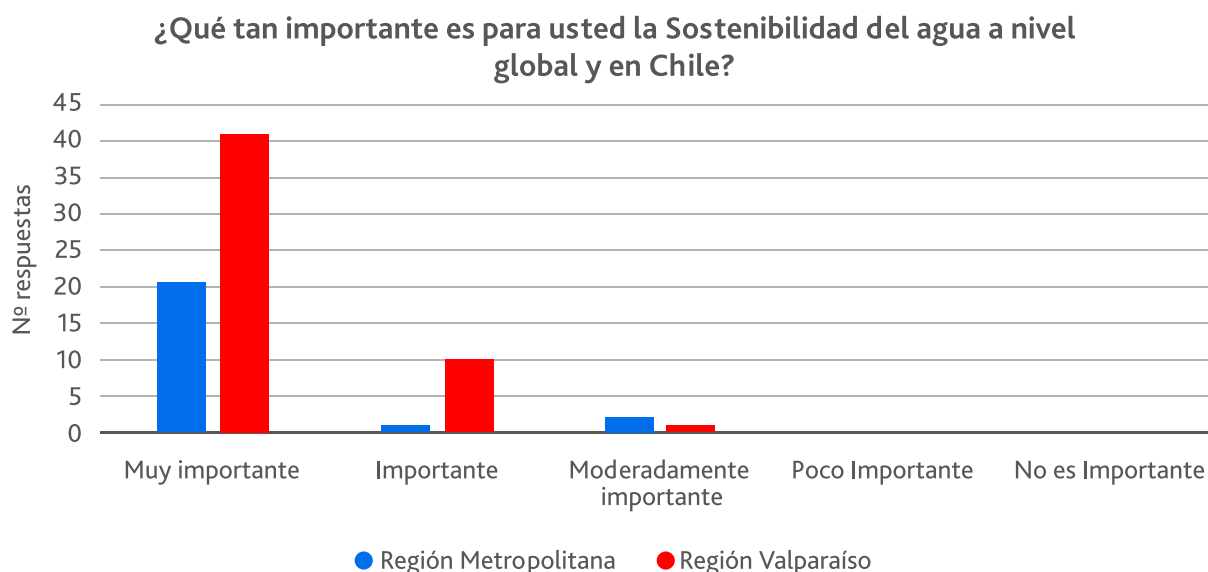
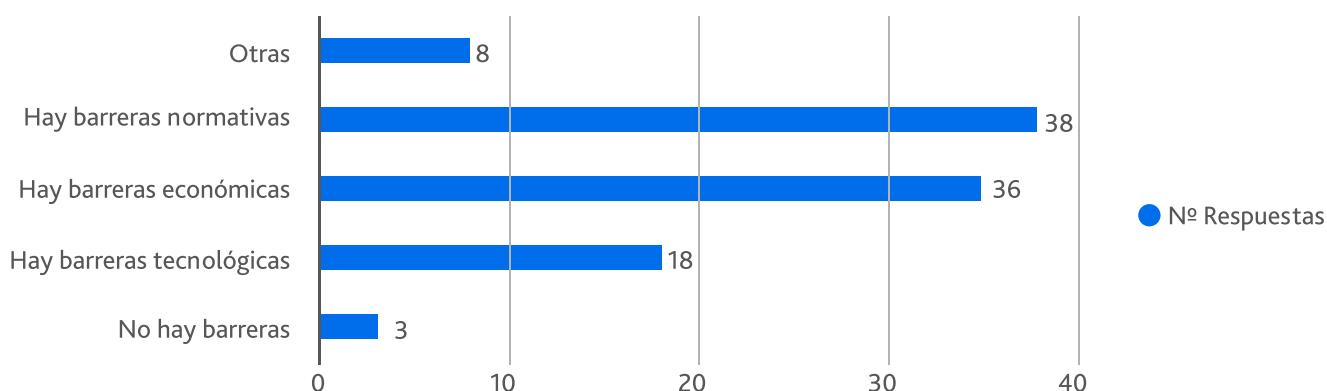


Figura 19. ¿Qué tan importante es para usted la Sostenibilidad del agua a nivel global y en Chile?
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Uso del Agua en Proyectos de Construcción".

Por otra parte, del total de los encuestados que residen en la Región Metropolitana, un 89% responde muy importante, en cambio en los residentes de la Región de Valparaíso este porcentaje baja a 79%.

Respecto de la percepción de la problemática de la gestión del agua a nivel regional, al 66% del total de encuestados les parece Muy relevante, seguido por Relevante con un 28%. De los encuestados que residen en la Región Metropolitana, 63% responde muy relevante, en cambio en los residentes de la Región de Valparaíso este porcentaje aumenta a 68%.

Esto podría indicar que la percepción de la problemática en relación con el uso del agua es menor a nivel regional, especialmente para aquellos que residen en la Región Metropolitana.



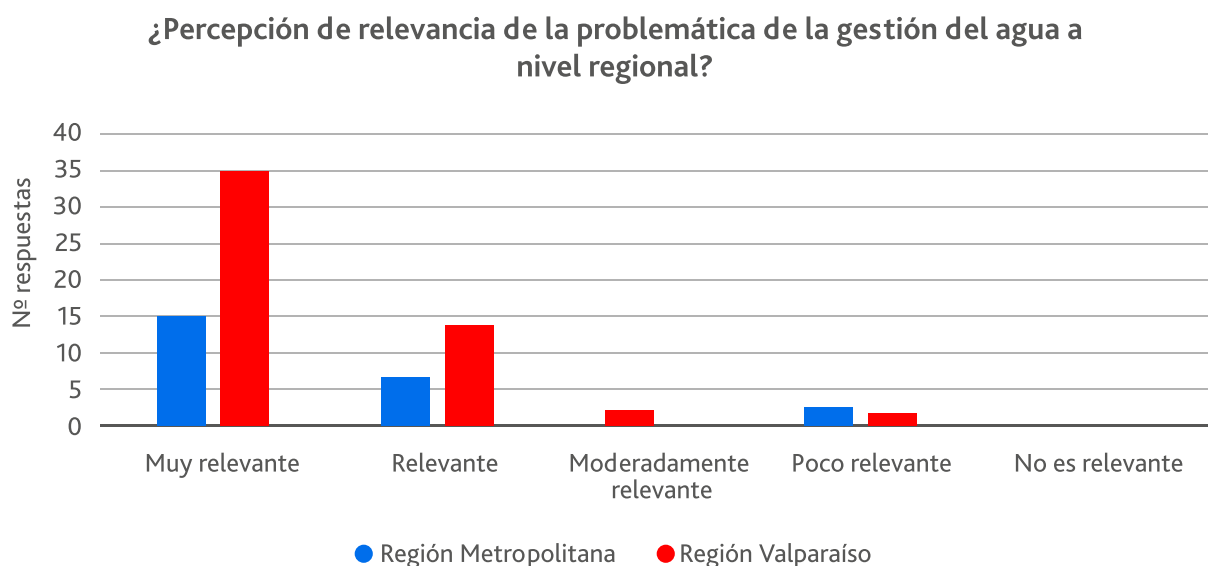


Figura 20. Percepción de relevancia de la problemática de la gestión del agua a nivel regional.
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Uso del Agua en Proyectos de Construcción".

Al consultar "¿Qué tan importante es para usted que su futura vivienda tenga un uso eficiente del agua?", 84% de las personas indicaron que les parecía Muy importante. Luego, se profundizó en qué medidas de eficiencia hídrica les gustaría que tuviera su futura vivienda, ante lo cual la alternativa más seleccionada por los participantes fueron los artefactos eficientes, seguido por el uso de vegetación nativa en áreas verdes y la reutilización de aguas. Cabe destacar que solo un encuestado seleccionó la opción otras, y que este especificó como medida le gustaría que tuviera su futura vivienda la filtración de aguas grises para regadíos de edificio.



Figura 21. ¿Qué tan importante es para usted que su futura vivienda tenga un uso eficiente del agua?
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Uso del Agua en Proyectos de Construcción".

¿Cuáles medidas de eficiencia hídrica le gustaría que tuviera su futura vivienda?

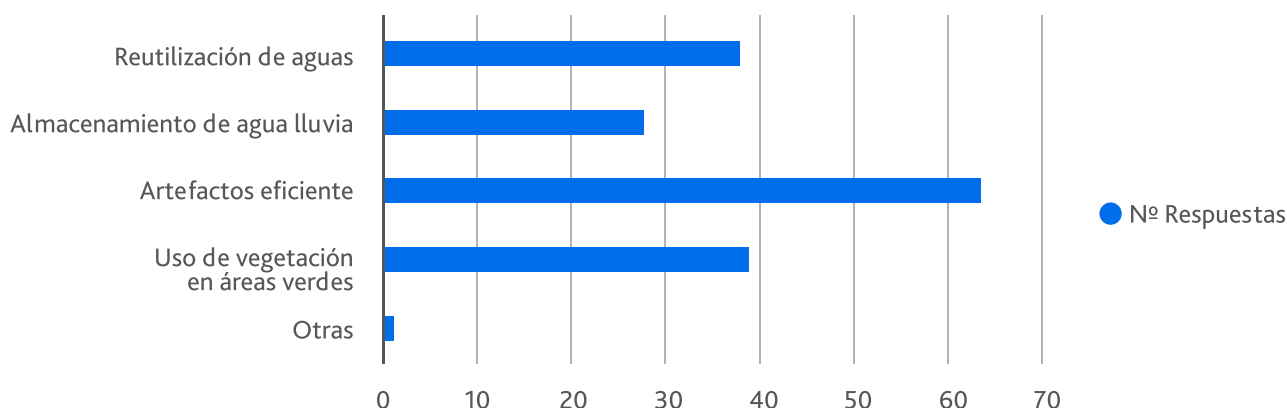


Figura 22. ¿Cuáles medidas de eficiencia hídrica le gustaría que tuviera su futura vivienda?
Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de la encuesta "Uso del Agua en Proyectos de Construcción".

4.3. ENTREVISTAS A ACTORES RELEVANTES

Se realizaron 17 entrevistas a actores relevantes, 5 de las cuales se efectuaron a integrantes de la CChC, 6 a socios de la CChC incluyendo consultores, constructoras e inmobiliarias, finalmente los 6 entrevistados restantes no socios de la CChC fueron académicos, profesionales vinculados al MINVU y una inmobiliaria.

Como se mencionó anteriormente, las entrevistas se desarrollaron en torno a tres temáticas o categorías:

- **Visión sobre sostenibilidad y crisis hídrica a nivel global y regional**
- **Experiencia en el rubro en relación con iniciativas, tecnologías, materiales y buenas prácticas.**
- **Barreras e incentivos**

En la categoría visión sobre sostenibilidad y crisis hídrica a nivel global y regional, los entrevistados indicaron que la situación del desarrollo de la sostenibilidad hídrica es diferente a nivel mundial y nivel nacional.

A nivel internacional la mayoría de los entrevistados perciben un avance respecto de la sostenibilidad hídrica, especialmente en normativa y en el desarrollo e implementación de tecnologías como reutilización de aguas grises y desalinización, en países donde se han presentado crisis de abastecimiento. Por otro lado, a nivel nacional los entrevistados destacan un lento desarrollo en temáticas de sostenibilidad hídrica, tanto en el sector público con la generación de normativa y priorización del uso del agua, como en el sector privado, donde este recurso tiene pocos indicadores y es poco considerado a menos que sea una parte importante de la generación de productos.

Los entrevistados también mencionan que, a nivel nacional si bien la problemática respecto al uso del agua es transversal, se percibe diferente según la región, tomándose mayores acciones en aquellas zonas donde hay problemas de abastecimiento más evidentes, ya que, desde su percepción, en aquellos lugares donde el agua es de fácil acceso para personas y empresas, esta problemática se invisibiliza y, en consecuencia, no se toma ningún tipo de acción o medida.

En la categoría "experiencia en el rubro en relación con iniciativas, tecnologías, materiales y buenas prácticas", al consultar sobre si está siendo considerada la sostenibilidad hídrica en el rubro de la construcción, los entrevistados que indican que sí, coinciden en su mayoría en que la incorporación de esta temática en el rubro es incipiente, ya que en general las empresas relacionadas a la construcción no cuentan con un área específica para temáticas medioambientales, por lo que la reducción del consumo de agua generalmente no es considerada como un eje estratégico central, e inclusive tampoco como un tema secundario.

Otro punto relevante, es que existe la percepción de que estas temáticas solo logran ser incorporadas efectivamente en empresas de gran tamaño, pero no por las medianas y pequeñas empresas pertenecientes al rubro, debido a que habitualmente no poseen área de medio ambiente, no tienen alta capacidad de inversión o tienen otras prioridades.

Los entrevistados que, si consideran que esta temática está siendo considerada en el rubro, indican que está siendo considerada con la ejecución de seminarios y webinar, la adopción de acciones voluntarias como la certificación LEED, la certificación de viviendas sustentables y el Compromiso PRO en el diseño y construcción, la publicación de estándares, manuales y guías de adopción voluntaria que abordan el uso del agua, y las iniciativas aisladas de innovación de algunas empresas del rubro, las que incluyen:

- Reutilización de aguas para el lavado de camiones en faena.
- Recolección de aguas de duchas de faena para su reutilización en humectación de caminos.
- Almacenamiento y reutilización de agua lluvia.
- Utilización de materiales prefabricados y prefabricación in situ.
- Ensayo de permeabilidad en faena con sistemas electrónicos.
- Hidrolavado para la humectación de hormigón.
- Compactación o chancado con reutilización de residuos de faena.
- Instalación de remarcadores para conocer el consumo de agua en obra.
- Charlas sobre uso eficiente del agua en faena.
- Levantamiento de consumo y pérdidas de agua en faena.
- Instalación de señaléticas ambientales en faena: en lavamanos, duchas, etc.
- Recuperación de aguas grises y reutilización para riego y artefactos sanitarios.
- Instalación de artefactos sanitarios eficientes.
- Estudios sobre reutilización de aguas en faena para hormigones y yeso.
- Pilotos de áreas verdes con vegetación de bajo consumo hídrico.
- Reutilización de agua condensada de sistemas de climatización.
- Instalación de alcantarillado diferenciado para aguas grises.
- Biofiltro con microorganismos

Al consultar a los entrevistados por el alcance de acción y aporte al desarrollo de iniciativas, tecnologías o materiales en el ámbito del uso eficiente del agua, las respuestas estaban determinadas por el tipo de empresa u organización a la que pertenecía el entrevistado.

Aquellos que forman parte de la CChC o sus corporaciones, indican que su rol es principalmente la difusión de iniciativas, tecnologías y buenas prácticas para que las empresas socias luego puedan internalizar estos conocimientos en sus procesos de forma voluntaria, además de generar alianzas público-privadas y guías, estándares o manuales para ayudar a que estas mejoras se implementen de forma correcta. Por otro lado, los entrevistados socios de la CChC, representantes de constructoras, inmobiliarias y del área de consultoría, indican que su alcance de acción es trabajar levantando soluciones, tanto en investigación como en implementación, ejecutando pilotos, articulando proveedores y demostrando resultados para que luego más empresas del rubro puedan replicar la adopción de nuevas tecnologías y buenas prácticas. En este sentido, cabe destacar que era poco el alcance que los entrevistados indicaron tener en cuanto a materiales.

Los entrevistados no socios, en su mayoría no logran aportar de forma independiente al desarrollo de iniciativas por depender de terceros. Los académicos dependen del interés de la industria en las temáticas de sostenibilidad hídrica para desarrollar y financiar estudios e investigaciones, mientras que los departamentos del MINVU no logran entregar subsidios para medidas de eficiencia hídrica en viviendas o para el desarrollo de iniciativas si esto no ha sido promovido primero a través de normativa nacional y aprobado por divisiones técnicas que determinen la factibilidad de implementación.

Respecto de la opinión de cada entrevistado sobre cuál es la etapa más crítica del uso del agua en proyectos de la construcción, la mayoría de los entrevistados coinciden en que esto se debe abordar desde dos puntos de vista, el primero corresponde a la etapa crítica en relación con el consumo de agua, donde algunos entrevistados indican que corresponde a la construcción, específicamente la obra gruesa y riego, y otros a la operación por el tiempo de vida útil del proyecto. El segundo punto de vista corresponde a la etapa crítica en cuanto a la toma de decisiones, donde todos consideran que la etapa de diseño ligada a las empresas inmobiliarias es determinante en el uso del agua en el resto del ciclo de vida del proyecto, inclusive desde la elección de los materiales.

Sobre barreras para una mejor gestión del agua en el rubro de la construcción de viviendas, las más mencionadas por los entrevistados son:

- **Barreras normativas:** los entrevistados destacan la falta de la publicación del Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises del Ministerio de Salud, lo que no permite llevar a cabo las iniciativas de innovación a mayor escala, además de la falta de una mayor cantidad de normativas que generen la obligatoriedad de avanzar en estas materias.

- **Barreras culturales:** falta de interés, y despreocupación respecto al uso del agua, la visión del agua como un recurso inagotable y las dificultades para cambiar el comportamiento de las personas respecto al cuidado del recurso, especialmente en relación con la internalización de estas temáticas en la faena constructiva.

- **Barreras de conocimiento:** desconocimiento del consumo de agua en las distintas etapas y partidas del ciclo de vida del proyecto, generalmente estos datos no son generados o correctamente difundidos. Además, existe desconocimiento de los equipos existentes y sus proveedores.

- **Barrera económica:** Los entrevistados indican que el valor asignado al agua es una barrera, ya que al no representar un costo importante en el total de la inversión que requiere un proyecto de construcción, la industria no prioriza la reducción de su consumo. Por otro lado, algunas medidas como la instalación de alcantarillado de descarga diferenciada se perciben como un alto costo.

- **Escasez de metodologías:** falta un mayor desarrollo de indicadores de consumo hídrico durante la construcción, lo que genera desconocimiento del consumo de agua y de los beneficios de su reducción.

- **Barrera organizacional:** Dentro de la organización de las empresas del rubro generalmente no existe un profesional a cargo exclusivamente de temas de sostenibilidad.

Finalmente, los entrevistados identificaron que los incentivos financieros podrían cumplir un rol importante en el desarrollo de una mejor gestión del agua en el rubro a través de, por ejemplo:

- **Beneficios tributarios**

- **Obligatoriedad:** Existe la percepción de que las empresas no se movilizarán a generar cambios en sus procesos si no existen normas que generen la obligación de implementar nuevas medidas para reducir el consumo hídrico, las normas en este ámbito también pueden permitir la entrega de subsidios para estas iniciativas e inclusive algunos entrevistados ven la implementación de multas por alto consumo de agua como un incentivo.

- **Reducción de costos desde las empresas sanitarias:** Se plantea como incentivo la posibilidad de reducir el costo por consumo de agua como beneficio cuando una faena o edificio implementa medidas de reutilización de agua, ya que parte del agua no estaría siendo enviada a tratamiento.
- **Difusión de beneficios económicos:** Un incentivo sería demostrar cuantitativamente que la implementación de medidas de reducción de consumo de agua representaría a la larga un beneficio y no un costo, y que esto sea difundido en el gremio.
- **Mayor inversión:** que se priorice la inversión en proyectos que consideren un uso eficiente del agua durante la operación, en comparación a la operación tradicional de viviendas.
- **Reconocimiento por diferenciación en la industria:** Se refiere al reconocimiento de las buenas prácticas por los distintos actores de la industria, desde el mandante, por ejemplo, con entrega de puntuación en procesos de licitación, hasta las entidades financieras, por ejemplo, creando créditos bancarios para la implementación de iniciativas más sostenibles.
- **Reconocimiento del consumidor:** Los entrevistados perciben como un incentivo que los consumidores logren reconocer los esfuerzos de la industria en sostenibilidad hídrica como las certificaciones y prefieran adquirir viviendas sostenibles antes que viviendas tradicionales.

4.4. IDENTIFICACIÓN DE BRECHAS DE LA GESTIÓN DE AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN EN CHILE.

En la siguiente tabla se detallan las brechas existentes con la gestión del agua en la construcción considerando la situación actual de Chile en la gestión del agua en este rubro, versus la situación a nivel internacional.

Tabla 13: Brechas de la gestión del agua en la construcción en Chile

PARÁMETRO	NACIONAL	INTERNACIONAL
Construcción Industrializada	• Es un proceso relativamente nuevo, por lo mismo, aún se encuentra en proceso el proyecto de norma NCh3744 "Construcción industrializada - Términos y definiciones". • En Chile no existen indicadores que permitan conocer la reducción del uso del agua asociada a la construcción industrializada.	• Se registran sus inicios desde 1578 a la fecha, por lo que en el presente prácticamente la mayoría de la industria se dedica a la construcción industrializada por los variados beneficios que conlleva. • Generalmente se utilizan estructuras industrializadas como el hormigón armado pretensado, estructuras en madera y soluciones en entramado de acero, aportando un beneficio a la construcción sustentable al reducir el consumo de agua.
Normativa	• Está publicada la Ley N°21.075/2018 del Ministerio de Obras Públicas, que regula la recolección, reutilización y disposición de las aguas grises. No obstante, el reglamento vinculado sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises se encuentra en proceso, desde el año 2018.	• En varios países del mundo, tanto de Europa como de Estados Unidos, Japón, Australia, entre otros, la normativa relacionada a la reutilización de aguas grises se encuentra establecida desde hace ya varios años. En las cuales se establecen las directrices para su reutilización y las aplicaciones de estas. • Debido a las inversiones de China con países extranjeros, hay que tomar medidas para disminuir el consumo de agua, como evitar construcciones innecesarias, optimizar la estructura de la economía china y mejorar la eficiencia energética, estructura económica, mejorar el uso eficiente de los recursos, reforzar la protección del medio ambiente y reducir la exportación de productos de alto consumo energético y recursos.

PARÁMETRO	NACIONAL	INTERNACIONAL
Certificaciones	• Solo existen 2 certificaciones de las cuales la Certificación de Vivienda Sustentable (CVS) del MINVU puede ser aplicada a las viviendas. • Se pueden aplicar a las viviendas chilenas las certificaciones LEED, EDGE y WELL, las cuales son certificaciones internacionales que tienen requisitos directa e indirectamente relacionados con la reducción del consumo de agua potable en las construcciones.	• Existe una variedad de certificaciones, donde muchas de ellas se preocupan de la gestión del agua en varias de etapas del ACV de la construcción. • Los estándares de las certificaciones son mucho más rigurosos. • La reurbanización ecológica gracias a las certificaciones puede beneficiar económicamente a los propietarios y ocupantes de las viviendas. • Los edificios sostenibles tienen importantes beneficios ambientales, así como valores económicos y sociales. • El desafío que presentan estos sistemas consiste en reforzar y ampliar su papel a la hora de dirigir el proceso de diseño y construcción hacia una sostenibilidad verdaderamente holística.
Medidas adoptadas: Diseño	• Se presentan medidas para la elaboración de proyectos inmobiliarios desde una perspectiva sostenible, encontrando fuentes alternativas de agua para descarga de inodoros, uso de lavadoras y regadío de áreas verdes, a través de la recolección de aguas lluvias, tratamiento de aguas grises de las viviendas y agua de la humedad atmosférica mediante atrapanieblas. • Otra tecnología que se propone son los humedales construidos de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas grises y/o negras, con tratamientos físicos y/o biológicos, siendo esta tecnología la más recomendada para zonas rurales. • Para el ahorro de agua de regadío, se recomienda el uso de especies xerófitas en las áreas verdes e implementar métodos para evitar o disminuir la evapotranspiración en zonas de sequía. • Se considera el uso de grifería eficiente. • De las entrevistas a los actores relevantes, se destacan las siguientes iniciativas de innovación en el diseño adoptadas por algunas empresas: almacenamiento y reutilización de agua lluvia, utilización de materiales prefabricados, recuperación de aguas grises y reutilización para riego y artefactos sanitarios, instalación de artefactos sanitarios eficientes, pilotos de áreas verdes con vegetación de bajo consumo hídrico, reutilización de agua condensada de sistemas de climatización, instalación de alcantarillado diferenciado para aguas grises y biofiltro con microorganismos.	• Resulta importante la etapa de prediseño y diseño considerando que, se podría realizar la sustitución de materiales reduciendo el uso de agua total incorporada en los edificios. • Se debe pensar, además, en la utilización de materiales con bajo consumo hídrico y especies nativas en las áreas verdes. • Recolección de aguas lluvia desde techos y zonas de deporte. • Utilización de válvula de 3 vías para el funcionamiento de las lavadoras, utilizando agua lluvia y agua de grifo en caso de que la anterior no de abasto todo el año. • Piso o loza permeable para la captación de aguas lluvias, accesorios de grifería eficientes en cocina y baños, descarga doble de inodoros, lavavajillas eficientes, orinales de consumo cero de agua en espacios públicos y lavanderías comunitarias con lavadoras que optimizan el consumo de agua. • Planta purificadora de aguas lluvias para su uso en riego, lavadora, descarga de inodoro, higiene de pisos y veredas, etc. • Vivienda social sostenible que asegure habitabilidad, considerando el reciclaje de aguas grises, fito depurado de aguas negras y almacenamiento de aguas lluvias para uso de lavadora, WC y riego. • Se proponen las siguientes medidas competentes a los cargos técnicos de diseño: preferir edificaciones en altura a urbanizaciones abiertas, calidad en las especificaciones técnicas para disminuir o evitar reparaciones y demoliciones, evaluar soluciones para cada subsistema constructivo, usar nuevos materiales y productos para el ahorro del agua.

PARÁMETRO	NACIONAL	INTERNACIONAL
Medidas adoptadas: construcción	• Se debe realizar un control dirigido al uso eficiente del agua en cada etapa de la obra y un proceso educativo permanente a los trabajadores. También se puede adoptar el uso de grifos con difusores y accionamiento automático, reúso de aguas grises para descarga de urinarios, temporizadores en las duchas, seguimiento mensual del consumo de agua, pistola de riego con chorro ajustable para mangueras y empleo de telas en el proceso de curado del hormigón. • Es importante, además, determinar los focos de pérdida de agua durante la ejecución de la obra, a través de un monitoreo constante y sistemático. • La reutilización de agua de lavado de interior mixer es viable, debido a que es favorable su uso con un aditivo tipo D para la elaboración de hormigón. • Al utilizar un 20% de agua de lavado de autos como sustituto de agua potable en las mezclas de hormigón sirve para aumentar sus valores de resistencia. • De las entrevistas a los actores relevantes, se destacan las siguientes iniciativas de innovación en la construcción adoptadas por algunas empresas: reutilización de aguas para el lavado de camiones en faena, recolección de aguas de duchas de faena para su reutilización en humectación de caminos, ensayo de permeabilidad en faena con sistemas electrónicos, hidrolavado para la humectación del hormigón, compactación o chanchado con reutilización de residuos en faena, instalación de remarcadores para conocer el consumo de agua en obra, charlas sobre uso eficiente del agua en faena, prefabricación in situ, levantamiento de consumo y pérdidas de agua en faena, instalación de señaléticas ambientales en faena: en lavamanos, duchas, etc. y estudios sobre reutilización de aguas en faena para hormigones y yeso.	• Consideran el uso de aguas provenientes de una planta de tratamiento de aguas residuales como mezcla y curado de agua en hormigón. • La selección de materiales tiene mayor impacto en el consumo de agua, siendo el acero el material que posee mayor cantidad de agua incorporada, siendo complejo determinar con precisión dónde concentrar los esfuerzos debido a que se debe tener en cuenta el uso de la construcción y la cadena de suministros de los materiales. • Las aguas servidas y residuales tratadas se pueden utilizar en la producción de hormigón. • Mientras más materiales prefabricados se utilicen para una vivienda, más se reduce la huella hídrica, sin embargo, aumenta la huella energética y huella de carbono, debido al transporte requerido.

PARÁMETRO	NACIONAL	INTERNACIONAL
Medidas adoptadas: puesta en marcha	• Se propone una concientización ambiental respecto a los recursos hídricos mediante talleres por parte del municipio, propagandas y charlas sobre uso de especies xerófitas autóctonas en los jardines de las viviendas.	• Las campañas, programas e iniciativas de conservación deben estar dirigidas a las personas responsables de su aplicación (propietarios de las viviendas). • Educar a los futuros residentes para realizar un correcto cuidado del uso del agua.
Medidas adoptadas: Operación	• Incorporar a las viviendas existentes sistemas eficientes alternativos para uso de agua, como la recuperación de aguas grises y aguas lluvias. • Instalación de sistema de recolección de aguas lluvias de techumbres y el rediseño de las áreas verdes a través de la xerojardinería, utilizando especies autóctonas de bajo requerimiento hídrico, instalación de zonas con mulch y riego tecnificado (por aspersión o por goteo) dependiendo de las especies.	• Se pone énfasis en lo que es la grifería eficiente. • El uso racional del agua por los usuarios podría reducir hasta un 30% el consumo de agua. • El uso en interiores de agua lluvia reduce, pero no elimina la dependencia de agua potable de red. Estas adaptaciones de las viviendas pueden generar un aumento en la plusvalía de las viviendas y diversificar suministros de agua potable. • Promoción de estrategias de ahorro de agua, menor frecuencia de lavado de toallas y reutilización del agua del aire acondicionado para riego en viviendas turísticas.
Incentivos	• Faltan incentivos para promover el uso de aguas grises para riego de áreas verdes. • El 85% de los encuestados indicó que no hay incentivos suficientes para mejorar la gestión hídrica en la industria de la construcción. • Mientras no se decreta el reglamento que norma las aguas grises, no se podrían aplicar los incentivos. • Los entrevistados identificaron que los incentivos financieros, como la reducción los gastos básicos de agua, podrían mejorar la gestión hídrica, además de mostrar con evidencias que tomar medidas para reducir el consumo de agua será un beneficio y no un costo.	• Debiesen existir incentivos normativos que permitan promover el uso de aguas grises para riego de áreas verdes, ya sea a través de inversión del Estado mediante subsidios o mediante incentivos en la normativa de construcción, como, por ejemplo, obligar a las instituciones realizar Evaluaciones de Impacto Ambiental. • Las iniciativas de llevar a cabo proyectos de construcción ecológica son principalmente por la voluntad propia de los propietarios, siendo los incentivos no financieros los que más guían a este tipo de construcciones. De la misma forma, el gobierno prefiere la regulación que la incentivación de estas iniciativas. • Como estrategias, destacan la colaboración entre el gobierno y el sector privado, la promoción de los incentivos por parte del gobierno, generar incentivos diferenciados para cada parte interesada y generando mayor concientización sobre los incentivos que existen. • Desde el entorno normativo e institucional, se proponen las siguientes medidas y estrategias de minimización del consumo de agua: regular y facturar el consumo indiscriminado, potenciar el mantenimiento de las viviendas, establecer medidas penalizadoras para usos abusivos de agua y concientización sobre el recurso y su escasez.

Fuente: Elaboración propia a partir de identificación de brechas identificadas.

4.5. IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS, MATERIALIDADES Y BUENAS PRÁCTICAS

A continuación, se presenta las iniciativas, tecnologías, materialidades y buenas prácticas recabadas en la búsqueda bibliográfica, entrevistas y encuestas desarrolladas, donde se identifican 49 iniciativas de las cuales 12 de ellas son consideradas en las 3 metodologías de levantamiento de información.

Tabla 14: Iniciativas, tecnologías, materialidades y buenas prácticas recabadas.

Nº	Iniciativas /Tecnologías/Materialidades/Buenas Prácticas	Búsqueda bibliográfica	Encuestados	Entrevistados	Etapas del ciclo de vida
1	Sistema de tratamiento de aguas grises para riego de áreas verdes y limpieza de zonas exteriores - humedal construido.	X	X	-	Diseño/ Operación
2	Sistema de tratamiento de aguas grises para riego de áreas verdes y limpieza de zonas exteriores – sistema de filtración por membranas biológicas.	X	X	X	Diseño/ Construcción/ Operación
3	Sistema de tratamiento de aguas grises para riego de áreas verdes y limpieza de zonas exteriores – sistema filtro acolchado.	X	-	-	Diseño/ Operación
4	Reutilización de aguas grises para lavado y relleno de inodoros – sistema de filtración por membranas biológicas.	X	X	X	Diseño/ Construcción/ Operación
5	Recolección de aguas lluvias en techumbre para riego.	X	X	-	Diseño/ Construcción/ Operación
6	Recolección de aguas lluvias para lavado y relleno de inodoros.	X	X	-	Diseño/ Construcción/ Operación
7	Áreas verdes con especies autóctonas y de bajo requerimiento hídrico.	X	X	X	Diseño/ Operación
8	Recolección de agua mediante atrapanieblas para riego.	X	-	-	Diseño/ Operación
9	Concientización ambiental hacia la comunidad.	X	X	-	Diseño/ Puesta en marcha / Operación
10	Jardines inundables que aporten a la recarga de aguas subterráneas.	X	-	-	Diseño/ Operación
11	Urinario seco.	-	-	X	Construcción
12	Urinario alta eficiencia.	X	X	X	Construcción
13	Cabezal de ducha con sistema de aireado eficiente.	X	X	X	Diseño/ Construcción/ Operación
14	Sanitario seco.	X	-	X	Construcción
15	Sanitario eficiente.	X	X	X	Construcción/ Operación
16	Aireador para grifería baño y cocina.	X	X	X	Diseño/ Construcción/ Operación
17	Grifería electrónica con sensor infrarrojo y opción de bajo consumo.	X	X	X	Diseño/ Construcción
18	Grifería temporizada con aireador y opción de bajo consumo.	X	X	X	Construcción
19	Aireador de cocina con sensor.	X	X	X	Diseño/ Construcción/ Operación
20	Fluxores eficientes para sanitarios y urinarios.	X	-	-	Construcción
21	Temporizador programable ducha.	-	-	X	Construcción
22	Desalinización.	X	-	-	Diseño/ Operación
23	Riego por goteo.	X	X	X	Diseño/ Operación
24	Riego con sensores de humedad y controladores.	X	X	X	Diseño/ Operación
25	Educación sobre el uso eficiente del agua en obra a trabajadores.	X	-	X	Construcción
26	Instalación de señaléticas ambientales en faena.	-	-	X	Construcción
27	Seguimiento mensual del consumo de agua en obra.	X	-	X	Construcción
28	Uso telas en curado de hormigón.	X	-	-	Construcción
29	Hidro lavado en curado de hormigón	-	-	X	Construcción
30	Aditivos reductores de agua para cemento, mortero o hormigón.	-	X	-	Diseño/ Construcción
31	Uso de materiales prefabricados.	X	-	X	Diseño/ Construcción
32	Uso de aguas residuales tratadas como mezcla y curado de hormigón.	X	X	X	Diseño/ Construcción
33	Certificación de vivienda/edificio sostenible.	X	X	X	Diseño/ Construcción/ Operación

Nº	Iniciativas /Tecnologías/Materialidades/Buenas Prácticas	Búsqueda bibliográfica	Encuestados	Entrevistados	Etapas del ciclo de vida
34	Lean ambiental.	-	X	X	Diseño/ Construcción/ Operación
35	Sustituir en el diseño el uso de materiales con altos consumos de agua.	X	-	X	Diseño/ Construcción
36	Sistema de tratamiento de aguas servidas o negras con lodos activados.	X	X	X	Diseño/ Construcción Operación
37	Sistema de tratamiento de aguas servidas o negras con lechos bacterianos.	X	X	X	Diseño/ Construcción Operación
38	Sistema de tratamiento de aguas servidas o negras con biofiltros.	X	X	X	Diseño/ Construcción Operación
39	Sistema de tratamiento de aguas servidas o negras con <u>Lombrifiltro</u> .	-	X	X	Diseño/ Operación
40	Reparación de fugas.	-	X	X	Construcción/ Operación
41	Descarga sanitaria diferenciada para aguas grises y negras.	-	X	X	Diseño/ Construcción/ Operación
42	Uso de chip para el reemplazo de pastos en áreas verdes.	-	X	-	Diseño/ Operación
43	Reutilización de aguas para el lavado de camiones en faena.	-	-	X	Construcción
44	Recolección de aguas de duchas de faena para su reutilización en humectación de caminos.	-	-	X	Construcción
45	Ensayo de permeabilidad en faena con sistemas electrónicos.	-	-	X	Construcción
46	Valorización de residuos	-	-	X	Diseño/ Construcción
47	Reutilización de agua condensada de sistema de climatización	-	-	X	Diseño/ Operación
48	Pisos permeables	X	-	-	Diseño/ Operación
49	Techos y muros verdes.	-	-	-	Diseño/ Operación

Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda bibliográfica, encuestas y entrevistas.

4.6. ENCUESTO ENAES

El viernes 25 de noviembre de 2022 se llevó a cabo el cuarto Encuentro Nacional de Especialidades (ENAES) con sede en Valparaíso el cual llevó por nombre “Integrando Especialidades en Grandes Obras” y se dividió en 4 bloques:

- Bloque 1: Uso eficiente del agua en la Industria de la Construcción,
- Bloque 2: Tramitación en permisos de edificación, un desafío para las especialidades,
- Bloque 3: Índice Transformación Digital de las Especialidades y
- Bloque 4: APL y Gestión de Residuos: La contribución de las especialidades.

Al respecto, en el Bloque 1 a cargo de Andrea Ceruti, se realizó dos presentaciones y una de ellas consistió en exponer los resultados obtenidos del primer informe en su versión preliminar donde se dieron a conocer las principales conclusiones obtenidas hasta el 18 de noviembre de 2022. Dentro de la exposición se desarrollaron dos actividades prácticas. La primera actividad consistió en realizar una pregunta a través de la Plataforma Mentimeter a través de palabras claves para lo cual se dio un tiempo de 5 minutos.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, los cuales intentan responder “Porqué como empresa no está incorporando la implementación de la sostenibilidad y la gestión hídrica en el rubro de la construcción de viviendas”, donde se obtuvo que las mayores palabras estuvieron relacionadas con normativa, costos, desconocimiento, falta de incentivos e información, entre otros.



Ilustración 2: Resultados Actividad 1 ENAES
¿Porqué como Empresa no está incorporando la implementación de la sostenibilidad y la gestión hídrica en el rubro de la construcción de viviendas?

Fuente: Elaborado a partir de actividad práctica 1 desarrollada en Plataforma Mentimeter.

La segunda actividad desarrollada fue a través de una conversación abierta, señalar que otros actores de la industria de la construcción de viviendas deberían ser sumados al ecosistema. Además, indicar la significancia que tendrían en la gestión hídrica y que actores están limitando la gestión hídrica. Para ello se utilizaron post it virtuales los cuales fueron llenados de acuerdo con la información proporcionada por los asistentes.

Entre los actores adicionales, se propuso incorporar al diagnóstico preliminar realizado a Empresas de servicio, Empresas Sanitarias, Proyectistas y Superintendencia de Servicios Sanitarios. De los 4 actores uno logró ser identificado en mayor detalle, el que corresponde a Empresa Sanitaria, la cual sería un factor significativo, además se destaca que, si hubiese incentivos normativos, deberían existir reducción de costos.

En cuanto a los actores limitantes, se logró identificar a SEREMI de Salud, debido a los permisos y que aún no esté disponible la normativa aplicable a reutilización de aguas grises para su aplicabilidad. Por otra parte, se identificaron a proveedores, considerando la falta de avances en tecnologías disponibles en el mercado y finalmente, se considera como última limitante de la gestión hídrica la poca difusión de la escasez hídrica y buenas prácticas por parte de gobiernos regionales sanitarias, estado, política de estado y municipios.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la segunda actividad.



Ilustración 3: Resultados Actividad 2 ENAES "Señale que otros actores de la industria de la construcción de viviendas deberían ser sumados al ecosistema. Además, indicar la significancia que tendrían en la gestión hídrica y que actores están limitando la gestión hídrica".
Fuente: Elaborado a partir de las respuestas obtenidas de los participantes en conversación abierta

4.7. VISITA A TERRENO

Para una mejor cobertura del Estudio se realizaron 5 visitas a terreno entre martes 06 y miércoles 07 de diciembre donde se asistió a las siguientes empresas:

Martes 06-12-2022	Martes 06-12-2022	Miércoles 07-12-2022	Miércoles 07-12-2022	Miércoles 07-12-2022

A partir de la primera visita desarrollada a Viconsa, se pudo constatar la importancia que tiene la participación y motivación de la alta dirección en los procesos de decisión asociados al cuidado del recurso hídrico. Lo anterior ya que cuentan con mediciones de sus obras y control de la cantidad de agua que ingresa, estandarizando el proceso a través de bitácoras y remarcadores. Para su seguimiento desarrollan visitas semanales a las 7 obras en ejecución.

A través de sus diferentes acciones, han logrado demostrar la reducción de costos al realizar gestiones ambientales. Sin embargo, a lo largo del tiempo que llevan trabajando han notado la falta de indicadores, iniciativas y metodologías de trabajo para una correcta gestión hídrica.

Por otra parte, han identificado que, dentro de las obras constructivas analizadas el mayor consumo de agua se encuentra en impermeabilización, además de acciones tan simples como poner letreros de concientización o iniciar con pavimentación de caminos interiores ayuda a disminuir el consumo hídrico.

La segunda visita fue realizada al edificio de la Caja de Compensación Los Andes ubicada en Viña del Mar y que cuenta con Certificación LEED, donde se mantuvo una entrevista con la Gerente Sucursal, en donde a partir de su percepción se pudo identificar que es un edificio valorado por quienes utilizan sus instalaciones debido a la comodidad y confort que genera, a través de su iluminación natural, jardín vertical, entre otros atributos visuales. Sin embargo, su certificación no es promovida, ya que no cuenta con algún distintivo que permita identificar su nivel de certificación, además aún falta interiorizar entre colaboradores y personas los beneficios e importancia de dicha certificación.

La tercera visita fue desarrollada a Yaku, una empresa innovadora que busca a través de biofiltros tratar las aguas grises para su reutilización en inodoros y riego. En la se aplicó la entrevista a actores relevantes, la cual fue procesada en el capítulo **4.3 ENTREVISTAS A ACTORES RELEVANTES**. En cuanto a su trabajo, han instalado 71 sistemas unifamiliares y colaborado con 60 familias de sector rural, obteniéndose un 70% de reducción del recurso hídrico y eliminando el 99% de los contaminantes en 12 horas. Actualmente, se encuentran trabajando en potenciar más su iniciativa y ver posibilidades de abarcar una mayor cantidad de viviendas, además de llevar esta tecnología a obras constructivas. Sin embargo, una de las principales barreras es la falta de normativa aplicable a aguas grises debido a la tardanza del Reglamento.

La cuarta visita se realizó a Baumax, una empresa dedicada a la industrialización en la cual se dedica a armar paneles de hormigonado, destacando la reducción de tiempos de obra grueso en un 30% a un 40% más rápido. No obstante, en cuanto al recurso hídrico, no han realizado mediciones que permitan cuantificar su reducción versus una construcción tradicional.

Finalmente, se realizó una breve entrevista con la Vicepresidenta de la Cámara Chilena de la Construcción, Jaqueline Gálvez, quien mostró un gran interés por el desarrollo del estudio. En la entrevista recomendó realizar una segregación de las iniciativas clasificadas de acuerdo a su nivel empresarial (pequeña, mediana empresa) considerando que el 80% de las pymes trabajan en viviendas sociales. Por otra parte, se consultó por los servicios desarrollados por Greening, donde las iniciativas no han logrado los resultados esperados. Lo anterior en base a una visita realizada por Jaqueline Gálvez a uno de los proyectos en el cual las personas consultadas indicaron y mostraron que las acciones no estaban teniendo resultados.

4.8. DIAGNÓSTICO

De acuerdo con lo presentado en el punto 3.4 **METODOLOGÍA DIAGNOSTICO**, se identificó un universo de 14 actores. En el centro se encuentra ubicados aquellos que tienen directa relación con el análisis de ciclo de vida de la construcción (diseño, construcción, puesta en marcha y operación), y a su alrededor aquellos que tienen una influencia indirecta.

Dentro de los actores que conforman una relación directa, se puede identificar que existe una interacción entre ellos, como lo es el banco con las familias a través de una necesidad económica. Por otra parte, las inmobiliarias tienen esta relación con la constructora, quien interactúa con los proveedores de servicios y/o materiales y también con inversionistas, empresas sanitarias y Superintendencia de Servicios Sanitarios. Adicionalmente, se encuentra la autoridad técnica que debe tener una estrecha relación con la inmobiliaria y constructora y a su vez resguardar la seguridad y calidad de vida de las personas y familias que adquieren sus viviendas, siendo un ente transversal entre ellos. Por otra parte, cabe destacar, que las inmobiliarias y las familias conforman el centro del universo del rubro constructivo, ya que son quienes permiten generar el movimiento económico a partir de la necesidad de adquirir una vivienda, ya sea en extensión o en altura.

En cuanto a los actores que conforman una relación indirecta, se encuentran las comunidades y vecinos y grupos ambientales quienes generan una presión social entre el crecimiento económico y a su vez con los actores directos debido a las ubicaciones de los proyectos. Por otra parte, se encuentran la autoridad ambiental quien exige el cumplimiento normativo de los proyectos propuestos por las inmobiliarias. A este factor ambiental se debe sumar la academia, quienes a través de investigaciones buscan plantear mejoras en la construcción, y finalmente se encuentra el gremio constructivo quien busca por medio de su compromiso con la sostenibilidad, transformar la industria nacional a través del acompañamiento a las empresas para mejorar su gestión ambiental, relación con la comunidad y el desarrollo organizacional, mediante la elaboración de manuales, programas, protocolos y guías.

Por último, se tienen los forzantes externos y otros ecosistemas, entre los cuales se pueden identificar algunos forzantes externos ambientales, como la escasez hídrica, el calentamiento global, cambio de bandas climáticas, entre otros. Por otra parte, también se tienen forzantes como acuerdos multilaterales, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), promovidos por las Naciones Unidas y que buscan a través de sus metas y objetivos generar acciones para lograr el desarrollo sostenible y hacer frente a pobreza, empoderar a mujeres y niñas y afrontar la crisis climática. Bajo esta misma línea, se encuentra la Red Pacto Global, la cual busca hacer un llamado a las empresas del sector privado de todo el mundo a alinear sus operaciones y estrategias para acelerar el cumplimiento de los ODS. Todos estos forzantes generan una interacción y presión en el ecosistema identificado, obligando a tomar acciones y realizar mejoras y a su vez a mantener el equilibrio entre lo económico, ambiental y social promoviendo con cambios concretos la sostenibilidad.

Con la finalidad de comprender mejor el universo conformado por el rubro de la construcción detallado precedentemente, a continuación, se presenta un esquema con los diferentes actores e interacciones del ecosistema.

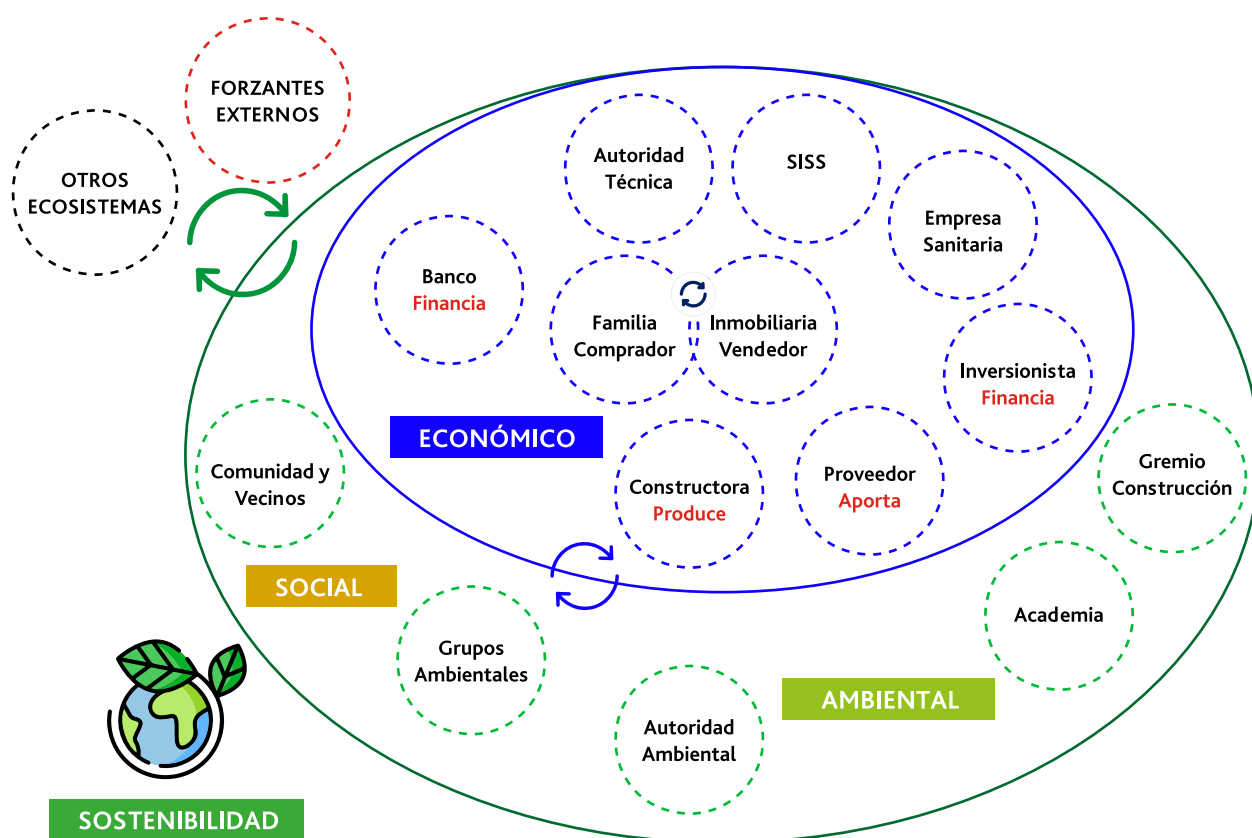


Figura 23: Ecosistema de Construcción de Viviendas en Chile.
Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento de información.

Una vez identificado el ecosistema y sus diferentes interacciones entre los actores se puede desarrollar un análisis del avance que tiene cada uno, enfocado directamente en la gestión hídrica. Para ello en primera instancia es fundamental conocer y entender el progreso a través del levantamiento de información realizado y detallado en los capítulos precedentes, como búsqueda bibliográfica y aplicación de entrevistas y encuestas, además de revisión de noticias y/o portales web de los actores.

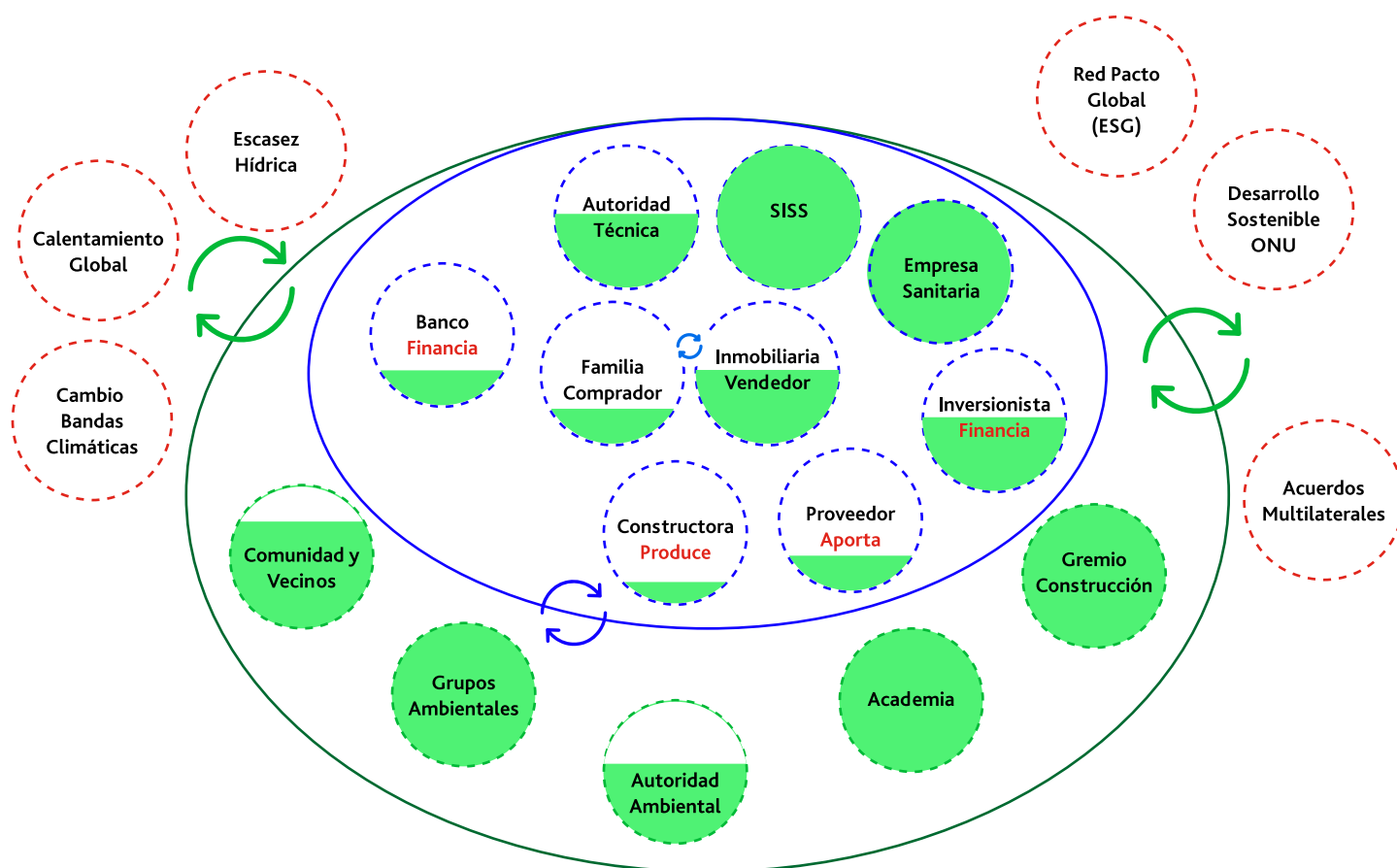
Para este avance en gestión hídrica se consideró los criterios presentados en la Tabla 3 del capítulo **3.4 METODOLOGÍA DIAGNÓSTICO**, en donde se clasificó de acuerdo a una escala de porcentaje de 0 a 100%, donde 0 corresponde a que no presenta avances en materia de gestión hídrica; 25% se encuentra en un inicio o en proceso de vinculación la gestión hídrica, un 50% se evidencia avances, sin embargo falta trabajar en acciones concretas, un 75% cuando se evidencian avances concretos y un 100% indica que la gestión hídrica es parte de las acciones principales del actor en evaluación.

Frente a esta escala de avances, se puede indicar lo siguiente para cada actor.

- **Familia:** La Familia es un factor decisivo al momento de adquirir una vivienda, este actor aún se encuentra en proceso de vinculación con la gestión hídrica, considerando que, dentro del universo de los encuestados a través de sala de ventas, en su mayoría consideraba entre importante y moderadamente importante que sus viviendas incorporen medidas de gestión hídrica.
- **Inmobiliaria:** Un 24% de los encuestados corresponden a Inmobiliarias, de los cuales el 63% considera muy importante la sostenibilidad de agua mientras que el porcentaje restante corresponde a importante. Adicionalmente, de acuerdo con información proporcionada por los entrevistados, están más relacionadas a la etapa de diseño, siendo una de las etapas críticas para la toma de decisiones, por lo que se puede inferir que, si bien se logra evidenciar avances, ya que algunas cuentan con departamentos de sostenibilidad o similar, aún falta trabajar en acciones más concretas para mejorar la gestión del recurso en etapas posteriores.
- **Constructora:** Esta entidad, dentro de las entrevistas realizadas destacan que, si bien existen empresas que están desarrollando actividades de gestión hídrica, son casos más bien aislados, por lo que se puede inferir que se encuentran aún en proceso de vinculación.
- **Proveedor:** Si bien, dentro del alcance no se consideraron de forma directa entrevistas con proveedores en esta primera etapa, a partir de entrevistas con constructoras se pudo evidenciar que realizan acciones para la minimización del consumo hídrico, sin embargo, en algunos casos desconocían que esto podía, por lo que se considera que su avance en materia hídrica está recién comenzando a generar beneficios al querer seleccionar sus productos por sobre otros.
- **Inversionista:** En cuanto a los inversionistas, de acuerdo con la búsqueda desarrollada en páginas web, como el diario financiero, en su publicación de julio de 2022, Chile se encuentra dentro de la mirada de inversionistas verdes internacionales, debido a la evolución que han tenido en los últimos años las iniciativas sostenibles a nivel internacional (Llompert, 2022). Por otra parte, InvestChile, señala el plan de estimulación promovido por el gobierno, el pasado 12 de septiembre de 2022, que busca invitar a invertir en Chile y a su vez que esta sea de manera sostenible promoviendo y acelerando una economía verde (Gobierno lanza nuevo plan para estimular la inversión en el país, 2022).
- **Autoridad Técnica:** En la actualidad, la autoridad con competencia en construcción se encuentra desarrollando estrategias, normativas y reglamentos que permiten gestionar de mejor forma el recurso hídrico, sin embargo, como se observa en el capítulo de **NORMATIVA NACIONAL**, falta avanzar considerando que aún no entra en vigencia el reglamento que regula la reutilización de aguas. Por otra parte, en el capítulo de **GESTIÓN DEL AGUA EN LA CONSTRUCCIÓN EN CHILE** la Estrategia Nacional finalizó su periodo de aplicabilidad y actualmente se encuentra en desarrollo su actualización, a su vez en cuanto a las certificaciones nacionales revisadas en el capítulo de **CERTIFICACIONES**, se puede observar que solo una es aplicable a la construcción de viviendas que abordan el cuidado del recurso hídrico, mientras que la otra corresponde a edificios de uso público y/o privado sustentables. Es por lo anterior que se puede inferir que se evidencian avances aún falta trabajar en acciones más concretas.

- **Empresas Sanitarias:** Las empresas sanitarias se encuentran encargadas de proveer servicios tanto en su fase de construcción hasta su operación durante su ACV. Para ello buscan disponer del recurso hídrico a las obras constructivas cuando se encuentran cercanas a las faenas y por otra parte la fase operativa, es por ello que la gestión hídrica es parte de las acciones principales del actor en evaluación.
- **Superintendencia de Servicios Sanitarios:** Es el organismo encargado de velar por el acceso al agua potable y su saneamiento a través de un uso eficiente del recurso y protegiendo el medioambiente. Por medio de su portal web, entrega información a la ciudadanía mediante guías como “Tu tarea Cuidar el agua”, “Soy responsable soy mejor” que buscan promover el cuidado del agua. Es por lo anterior que la gestión hídrica es parte de las acciones principales del actor en evaluación.
- **Comunidad y Vecinos:** Las comunidades y vecinos que rodean los proyectos constructivos están en constante atención frente al comportamiento que tienen durante las labores de construcción, lo cual se sustenta en los canales que promueven las empresas constructoras, permitiendo levantar a tiempo acciones al interior de obras. Adicionalmente, cada vez son más las personas que se empoderan en el cuidado tanto del recurso hídrico como del medioambiente.
- **Grupos Ambientales:** Respecto de los Grupos Ambientales, buscan promover el cuidado de los recursos, en especial el recurso hídrico por lo que son actores que la gestión hídrica es parte de las principales acciones que promueven. Lo anterior, a modo de ejemplo, en el día mundial contra la desertificación y la sequía se promovió el proyecto Canto del Agua, a través del arte en aquellas zonas donde ha sido crítica la falta de agua (Opazo, 2022).
- **Autoridad Ambiental:** Se encarga de evaluar el proyecto en una etapa previa su ejecución, por lo que puede exigir ciertos criterios de cuidado, dependiendo de la zona en evaluación, sin embargo, de acuerdo con lo recabado de la percepción de algunos entrevistados, ésta aún debe trabajar en acciones más concretas.
- **Academia:** Referente a los avances de la academia, como se observa en el capítulo BÚSQUEDA CIENTÍFICA A NIVEL NACIONAL, existe una real preocupación por el cuidado del recurso hídrico a través de una gestión adecuada y para ello las diferentes universidades a nivel nacional están desarrollando investigaciones con la finalidad de proponer mejoras, por lo que se puede inferir que la gestión hídrica es parte de las acciones principales tanto de estudiantes tesisistas, como de sus académicos y altas direcciones.
- **Gremio Construcción:** La CChC presenta un compromiso integro por la sostenibilidad, a través de sus diferentes herramientas y compromisos, y sello PRO, incentivando a sus socios a ser empresas más sostenibles. De acuerdo con la entrevista sostenida con la Subgerente de Sostenibilidad, a través del compromiso Pro, buscan mejorar las prácticas de los socios mediante charlas que permiten visualizar la importancia de compartir buenas prácticas en conjunto con CDT. Adicionalmente, la CChC en la actualidad está desarrollando el presente estudio cual busca generar propuestas que se puedan materializar para una adecuada gestión hídrica en el rubro constructivo, por lo que se puede inferir que esta gestión es parte de las acciones principales que promueve la CChC.

A modo de síntesis, se presenta el siguiente diagrama con el avance de cada actor dentro del ecosistema de construcción de viviendas en Chile, en donde los porcentajes se ven representados con la cantidad de relleno que cuenta cada actor. En la Tabla 3 del capítulo 3.4 **METODOLOGÍA DIAGNÓSTICO**, se puede observar la relación con los porcentajes mencionados precedentemente.



REPRESENTACIÓN	PORCENTAJE	SIGNIFICADO
	0%	Sin avances en la materia.
	25%	Inicio o en proceso de vinculación.
	50%	Se evidencian avances, sin embargo, aún falta trabajar en acciones más concretas.
	75%	Se evidencian avances concretos.
	100%	Es parte de las acciones principales del actor en evaluación

Figura 24. Diagrama de avance en gestión hídrica por cada actor del ecosistema de construcción de viviendas en Chile.

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis de levantamiento de información a través de búsqueda bibliográfica, aplicación de entrevistas y encuestas y revisión de noticias y/o portales web de los actores.

Finalmente, el último análisis corresponde a la significancia dentro de la gestión hídrica para cada uno de los actores considerados, donde en rojo se observa aquellos que tiene un factor significativo, en amarillo medianamente significativo y en verde no significativo. A continuación, se presenta el diagrama con los resultados.

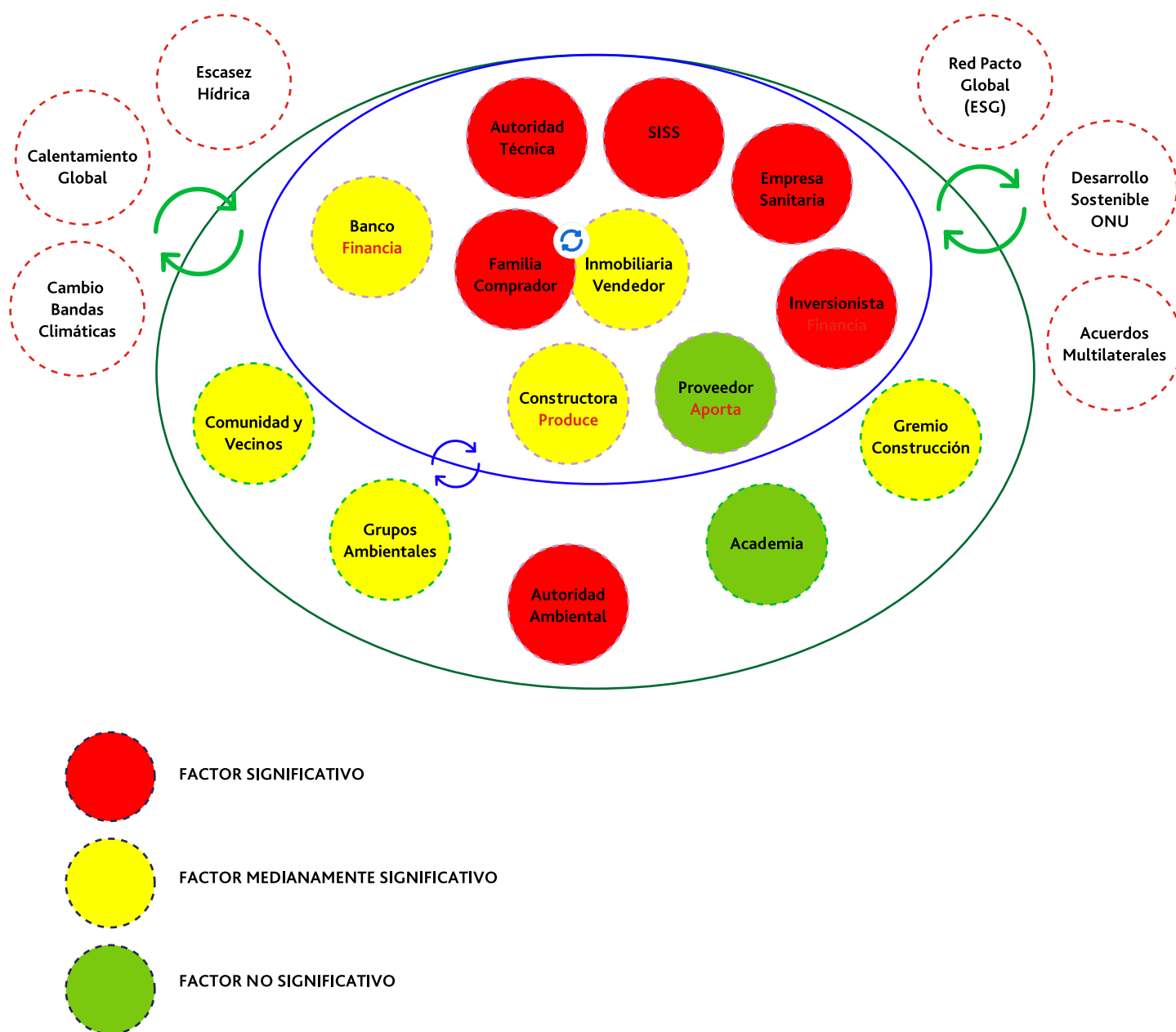


Figura 25. Diagrama de factor de significancia de actores en la gestión hídrica para el ecosistema de construcción de viviendas en Chile.
Fuente: Elaboración propia a partir de análisis de levantamiento de información a través de búsqueda bibliográfica, aplicación de entrevistas y encuestas y revisión de noticias y/o portales web de los actores.

Del diagrama anterior se desprende que, entre los actores con factor crítico se encuentran la Familia, Autoridad Ambiental y Técnica, SISS, Empresa Sanitaria e Inversionistas. Lo anterior, se justifica en que, las familias, pueden buscar y priorizar viviendas sostenibles descartando aquellas que no cuenten con estos beneficios. La autoridad ambiental por otra parte exige el cumplimiento normativo y a su vez busca resguardar el cuidado del medio ambiente por lo que puede demandar o sugerir que los proyectos incorporen la eficiencia hídrica en su etapa de construcción y/o operación. En cuanto a la Autoridad Técnica, esta puede generar estrategias, normativas entre otros, que obliguen y/u orienten a incorporar un manejo adecuado del recurso hídrico. Las Empresas Sanitarias son las encargadas de proveer el agua por lo cual resultan un factor significativo al igual que la SISS a través de la importancia de su fiscalización. Y los inversionistas, quienes disponen del presupuesto para que los proyectos de viviendas se lleven a cabo los cuales pueden exigir que estos cuenten con eficiencia hídrica desde su inicio.

Referente a la clasificación de actores medianamente significativos, se consideraron comunidades y vecinos, grupos ambientales, inmobiliarias, empresas constructoras, banco y Gremio construcción. Las comunidades y vecinos, al igual que los grupos ambientales, si bien buscan promover el cuidado y protección de su entorno, no son factores decisivos dentro de la adquisición o construcción de viviendas, sin embargo, se busca tener un trato armónico con cada uno de ellos. En cuanto a las inmobiliarias, estas se encargan de vender una vivienda pudiendo promover proyectos que cuenten con el manejo de gestión hídrica permitiendo tener un plus en su venta y atrayendo a más familias compradoras.

Las empresas constructoras encargadas de ejecutar las obras, se pueden clasificar como medianamente significativos debido a que no tienen incidencia de la toma de decisiones de materiales u otros factores significativos para una mejor gestión del recurso, sin embargo, su consumo de agua durante el proceso de construcción resulta importante de manejar pudiendo gestionar la eficiencia hídrica vinculado principalmente a sus acciones directas como el tipo de tecnología utilizada y las buenas prácticas.

El banco en la actualidad se encuentra promoviendo la sostenibilidad en el financiamiento de viviendas, entre los cuales se destaca Banco Estado con su financiamiento de "Ecovivienda" a través de tasas preferenciales, sin embargo, evalúa solo aquellas que cuenten con Calificación de Eficiencia Energética (CEV) la cual no es aplicable al presente Estudio, a diferencia del Banco Santander, que acepta viviendas con Certificación de Vivienda Sustentable del MINVU (CVS), Certificación LEED, Calificación Energética de la Vivienda, Certificación EDGE y Certificación PassivHaus, otorgando compensación de Huella de Carbono, aporte a ONG's, tasas preferenciales y mayor plazo de pago para el crédito hipotecario durante el año en curso. En cuanto al Gremio Construcción, si bien promueve la sostenibilidad en sus lineamientos y compromisos, además de la entrega de herramientas que permitan gestionar mejor los recursos en general, estos son de carácter voluntario por lo que se clasifica medianamente significativo, ya que, a través de charlas, seminarios, entre otros encuentros capacita e incentiva a los actores significativos referentes a los Socios.

Mientras que, como actores no significativos, se consideró proveedor y academia, ya que los proveedores, pueden buscar y trabajar en nuevas tecnologías, pero estas deben ser requeridas a partir del diseño del proyecto de viviendas y las academias debido a que su incidencia está relacionada principalmente con la investigación.

4.9. FICHAS TÉCNICAS POR INICIATIVA SEGREGADAS POR CATEGORÍA

A continuación, se exponen los resultados correspondientes a la identificación de tecnologías, materialidades y buenas prácticas que pueden ser implementadas en las diferentes etapas de los proyectos de construcción para un uso eficiente del recurso hídrico a partir del levantamiento de información obtenido en los capítulos precedentes.

En las fichas se encuentra la descripción de las iniciativas, algunas características varias, su planificación y aplicación dentro del ciclo constructivo, es decir, Diseño (D), Construcción (C), Puesta en Marcha (PM) y Operación (O), además de su aplicación según tipo de proyecto, las cuales se clasifican en Vivienda en Extensión (VE), Vivienda en Altura (VA) y Áreas Verdes (AV). Por otra parte, existen iniciativas que son transversales, independiente del tipo de proyecto, para lo cual se identificó como una T.

4.9.1. INICIATIVAS TECNOLÓGICAS

Para efecto de este estudio se entenderá por iniciativas de tipo tecnologías a aquellas que sean consideradas como avances en las mejoras de eficiencia hídrica, a través de artefactos, equipos o sistemas que permite disminuir el consumo hídrico.

Se han creado 27 fichas tecnológicas para las siguientes iniciativas, donde en color celeste, se relaciona la iniciativa a la etapa constructiva y tipo de proyecto que aplica.

INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
	D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
Sistema de tratamiento de aguas de filtración por membranas biológicas para reutilización								
Sistema de tratamiento de aguas grises para riego – filtro acolchado								
Sistemas de tratamiento de aguas con Lombrifiltro o sistema Tohá para reutilización								
Sistema de tratamiento de aguas grises - humedal construido para reutilización								
Sistema de tratamiento de aguas con biofiltros para reutilización								
Sistema de tratamiento de aguas con lodos activados para reutilización								
Sistema de tratamiento de aguas con lechos bacterianos para reutilización								
Riego con sensores de humedad y controladores								
Riego por goteo								
Reutilización de aguas grises para lavado y relleno de inodoros								
Recolección de agua mediante atrapanieblas para riego								
Recolección de aguas lluvias en techumbre para riego								
Recolección de aguas lluvias para lavado y relleno de inodoros								
Desalinización								
Descarga sanitaria diferenciada para aguas grises y negras								
Ensayo de permeabilidad en faena con sistemas electrónicos								
Fluxores eficientes para sanitarios y urinarios								
Sanitario seco								
Sanitario eficiente								
Urinario alta eficiencia								
Urinario seco								
Aireador para cocina con sensor								
Aireador para grifería de baño y cocina								
Cabezal de ducha con sistema de aireado eficiente								
Grifería temporizada con aireador y opción de bajo consumo								
Grifería electrónica con sensor infrarrojo y opción de bajo consumo								
Temporizador programable para ducha								

A continuación, se presentan a modo representativo una ficha de iniciativa de esta categoría identificada en el levantamiento de información, donde se entrega una breve descripción, una imagen referencial de la iniciativa, otras características a destacar, si corresponde, etapa del ciclo constructivo al que aplicaría la iniciativa y el tipo de proyecto. Adicionalmente, se destaca el título donde se identifica el código "T", correspondiente a la palabra "Tecnología", y complementado del número de la ficha, con la finalidad de facilitar su identificación, "T-Nº". Las fichas pueden ser observadas en el Anexo 4.

T-01: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE FILTRACIÓN POR MEMBRANAS BIOLÓGICAS PARA REUTILIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de www.fluencia.cl

DESCRIPCIÓN

Las aguas grises provenientes de duchas y bañeras se pueden utilizar para el riego de jardines, áreas verdes y limpieza de zonas exteriores, la cual permite un ahorro entre un 30 y un 40%, a través de sistemas de reutilización y tratamiento de filtración por membranas biológicas para separar sólidos suspendidos, materia orgánica, geles, shampoo, etc. (FLUENCIA, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

TIPO PROYECTO

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Al utilizar una membrana de 40 nanómetros, le otorga un rendimiento del 99,9% de eliminación de E. coli y huevos de nemátodos.

4.9.2. INICIATIVAS MATERIALIDADES

Se entenderá por materialidades a aquellas iniciativas que correspondan a materiales o prácticas existentes que no requieran de uso tecnológico avanzado, con especial énfasis en materiales requeridos para la fase constructiva.

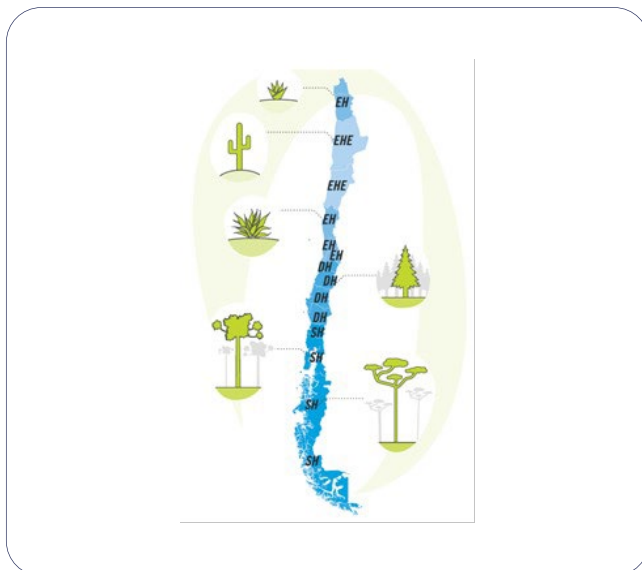
Se han creado 07 fichas de materialidades para las siguientes iniciativas identificadas, donde al igual que las iniciativas de tecnologías, en color celeste, se relaciona la iniciativa a la etapa constructiva y tipo de proyecto que aplica.

Tabla 15: Iniciativas de materialidad identificadas.

INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
	D	C	PM	O	VE	VA	AV	
Áreas verdes con especies autóctonas y de bajo requerimiento hídrico								
Uso de chip para el reemplazo de pastos en áreas verdes								
Jardines inundables que aporten a la recarga de aguas subterráneas								
Techos y muros verdes								
Pisos permeables								
Aditivos reductores de agua para cemento, mortero o hormigón								
Uso de materiales prefabricados								

A continuación, se presenta una ficha de materialidades levantada en el proceso de búsqueda de información. En ella se identifica una breve descripción, una imagen referencial de la iniciativa, otras características a destacar, si corresponde, etapa del ciclo constructivo al que aplicaría la iniciativa y el tipo de proyecto. Cabe destacar que, el título de cada iniciativa se encuentra acompañadas de un código "M", correspondiente a la palabra "Materialidad" y del número cronológico de la ficha, con la finalidad de facilitar su identificación "M-Nº". El consolidado de las fichas se encuentran en Anexo 4.

M-01: ÁREAS VERDES CON ESPECIES AUTÓCTONAS Y DE BAJO REQUERIMIENTO HÍDRICO



● Imagen referencial obtenida de Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018.

DESCRIPCIÓN

El temporizador programable para ducha reemplaza los cabezales a presión y las llaves pulsadoras de las duchas convencionales. Se conecta de forma simple a la manguera de la ducha y cuenta con una batería de litio que se carga con el paso del agua. Este artefacto limita el tiempo máximo de ducha a un máximo de 10 minutos y deja un intervalo entre usuarios con corte automático del temporizador al cerrar la llave, lo que permite un ahorro de agua en alrededor de un 40% (Acqua Tempus, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – O

TIPO PROYECTO

VE – VA – AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Es importante planificar el control sobre la mantención periódica del proyecto paisajístico. Además de considerar un sistema de riego que asegure una reducción del consumo de agua para riego de jardines o áreas verdes.
- Se debe tener coherencia con el desarrollo paisajístico inserto en la zona.
- Ser funcional sin renunciar a su aspecto estético y de mejora del paisaje.
- Utilizar las bellezas naturales existentes en el entorno e incorporarse a éstas.

Tabla 15: Iniciativas tecnológicas identificadas.

4.9.3. INICIATIVAS BUENAS PRÁCTICAS

En cuanto a las iniciativas de buenas prácticas, se entenderá por aquellas iniciativas que promueven resultados a través de modelos a seguir.

Se han creado 17 fichas de buenas prácticas, cuyas iniciativas son presentadas a continuación, donde al igual que las iniciativas de tecnología y materialidad, en color celeste se relaciona la iniciativa a la etapa constructiva y tipo de proyecto que aplica.

Tabla 15: Iniciativas de buenas prácticas identificadas.

INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
	D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
Áreas verdes con especies autóctonas y de bajo requerimiento hídrico								
Uso de chip para el reemplazo de pastos en áreas verdes								
Jardines inundables que aporten a la recarga de aguas subterráneas								
Techos y muros verdes								
Pisos permeables								
Aditivos reductores de agua para cemento, mortero o hormigón								
Uso de materiales prefabricados								

A continuación, se presenta una ficha de buena práctica levantada en el proceso de búsqueda de información. La ficha se encuentra conformada por una breve descripción, una imagen referencial de la iniciativa, otras características a destacar, si corresponde, etapa del ciclo constructivo al que aplicaría la iniciativa y el tipo de proyecto y el título el que se encuentra acompañado del código "BP", correspondiente a la palabra "Buena Práctica" y el número cronológico de la ficha, con la finalidad de facilitar su identificación, es decir, "BP-Nº". Las fichas elaboradas se encuentran en Anexo 4.

BP-01: REUTILIZACIÓN DE AGUAS PARA EL LAVADO DE NEUMÁTICOS DE CAMIONES EN FAENA.



● Imagen referencial obtenida de banco de fotos.

DESCRIPCIÓN

De acuerdo con búsqueda bibliográfica, no se encontró un respaldo de esta iniciativa. Sin embargo, entiende que corresponde al lavado de neumáticos previo a la salida de camiones desde las faenas constructivas. Por otra parte, en cuanto a la reutilización de aguas, se puede considerar, de acuerdo a los análisis efectuados, que las aguas lluvia o aguas grises, se podrían utilizar para esta actividad, siempre y cuando se considere un tratamiento previo y la contención de las aguas generadas, las cuales deben ser eliminadas de forma segura producto de los residuos que puede contener como hidrocarburos, los que deben ser tratados como un residuo peligroso y cumplir con la normativa correspondiente.

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

4.10. EVALUACIÓN DE INICIATIVAS

La presente evaluación, considera la valoración obtenida de las iniciativas, de acuerdo con los atributos establecidos, los cuales fueron seleccionados considerando los requerimientos del estudio efectuado y además en base a propuesta de Equipo Greening. Al respecto, se debe tener en consideración que no es una evaluación que mida la eficiencia hídrica, ya que todas las iniciativas presentan una mejora en la gestión hídrica.

4.10.1. COMPLEJIDAD PRINCIPAL DE LA INICIATIVA

Para el análisis del primer atributo correspondiente a la complejidad principal de la iniciativa, se evaluaron 3 aspectos, relacionados con el requerimiento de personal, gestión o una evaluación económica.

Al respecto, se consideró que la iniciativa de reutilización de aguas para el lavado de neumáticos de camiones en faena es una buena práctica que requeriría de personal para su implementación.

En cuanto a iniciativas que requieren de gestión, se considera dentro de la categoría de materialidad a áreas verdes con especies autóctonas y de bajo requerimiento hídrico y el uso de chip para el reemplazo de pastos en áreas verdes, pensando que son de fácil aplicación y sus costos no son elevados para requerir una evaluación económica.

Otras de las iniciativas que requieren de gestión son, reparación de fugas, educación sobre el uso eficiente del agua en obra a trabajadores, concientización ambiental hacia la comunidad, instalación de señaléticas ambientales en faena, seguimiento mensual del consumo de agua en obra, lean ambiental, uso de telas en curado de hormigón, hidrolavado en curado de hormigón y valorización de residuos de faena.

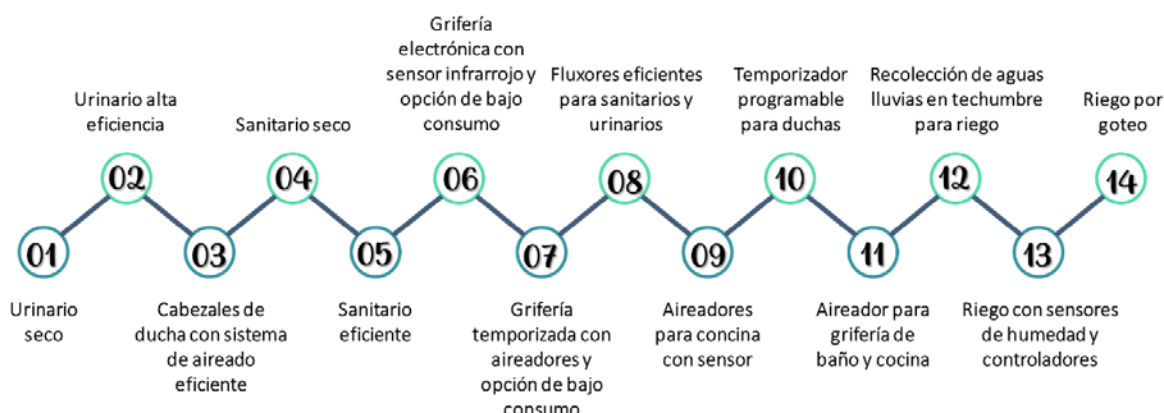
Por otra parte, para aquellas iniciativas que requieren una evaluación económica, se encuentran todas las tecnologías, pensando en que se deben evaluar sus costos y pueden competir con una tecnología normal que sea más económica. Adicionalmente, se consideran gran parte de las materialidades como aditivos reductores de agua para cemento, mortero o hormigón, uso de materiales prefabricados, pisos permeables, jardines inundables que aporten a la recarga de aguas subterráneas y techos y muros verdes.

En cuanto a buenas prácticas, también requieren de una evaluación la certificación de viviendas sustentables, aquellas iniciativas que están relacionadas a la reutilización de aguas debido a que necesitan de un tratamiento previo a su uso y sustituir en el diseño el uso de materiales con alto consumo de agua ya que se debe hacer una evaluación económica de los materiales a considerar.

4.10.2. RESTRICCIÓN PRINCIPAL DE LA INICIATIVA

El segundo atributo corresponde a la principal restricción que puede tener la iniciativa para ser implementada. Al respecto, se consideraron 3 restricciones, la primera corresponde a una restricción de capacitaciones, la segunda está relacionada con la necesidad de competencias, y el tercero relacionado al carácter normativo.

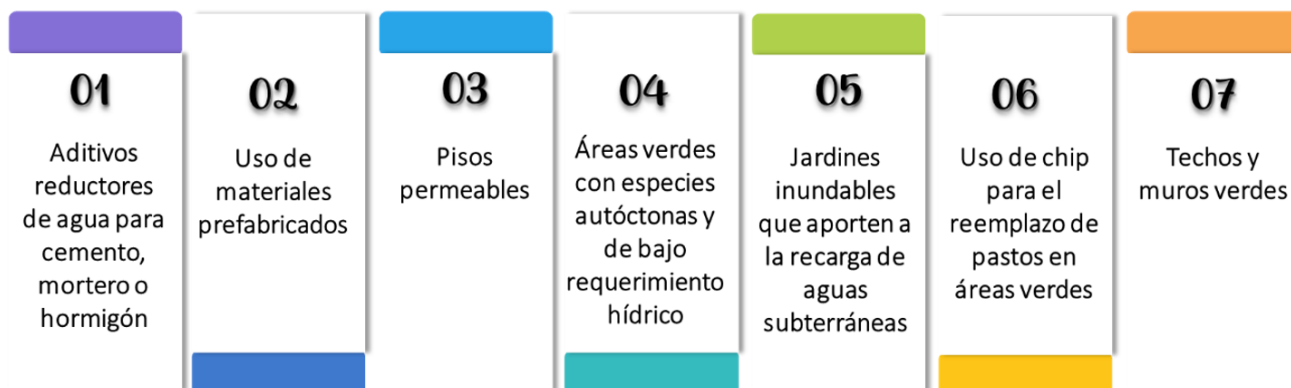
Dentro de las iniciativas de tecnologías que requieren de capacitación para su implementación se encuentran:



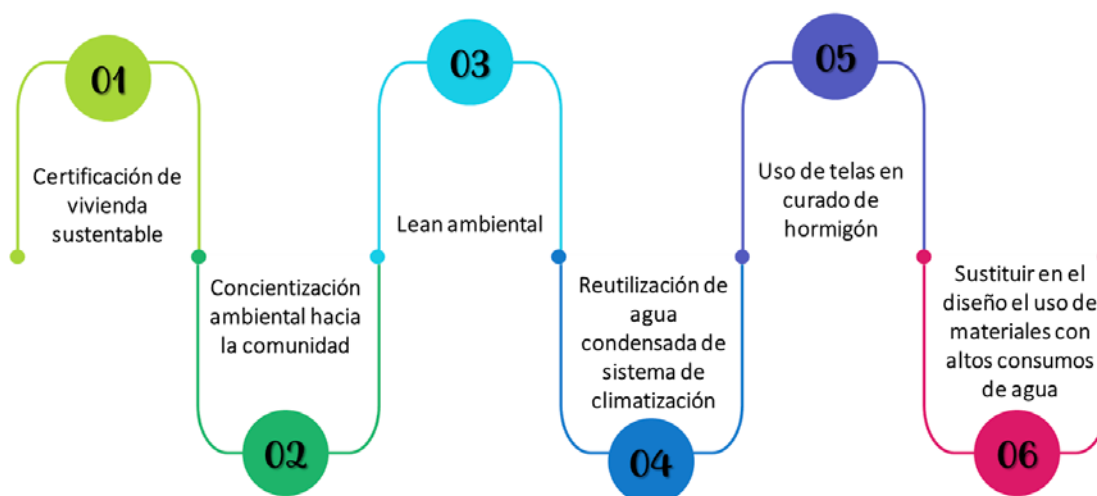
En cuanto a las iniciativas asociadas a buenas prácticas, se considera las siguientes:



Por otra parte, se consideran aquellas iniciativas que requieren de competencias para su implementación a las tecnologías relacionadas con la recolección de agua mediante atrapanieblas para riego, ensayo de permeabilidad en faenas con sistemas electrónicos y la desalinización.



Respecto a buenas prácticas, se considera 6 iniciativas, las cuales corresponden a:



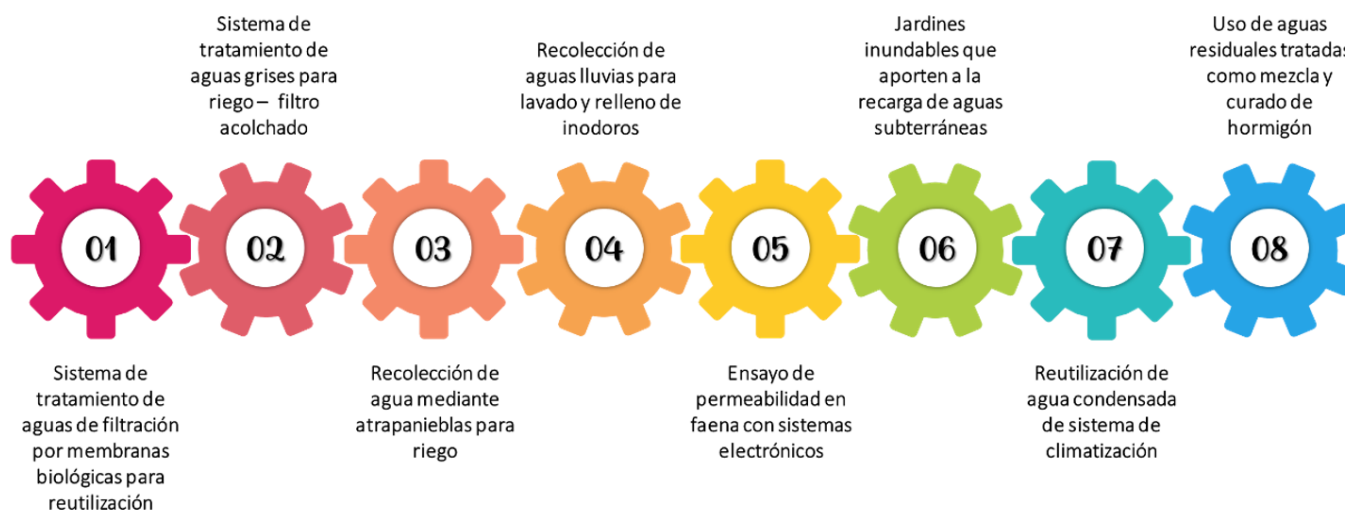
Finalmente, en cuanto a restricción normativa se tienen a todos los sistemas de tratamiento identificados para reutilización de aguas, ya sea en riego, para lavado y relleno de inodoros, humectación de caminos en faena, mezclado y curado de hormigón.

4.10.3. APLICACIÓN EN PYME

El tercer atributo es la aplicación a Pyme, aquí se buscó identificar si las iniciativas son aplicables a las Pyme o no, bajo el criterio de información proporcionado a partir del levantamiento de información y la elaboración de las fichas, además del conocimiento por parte de Greening en colaboración con algunas empresas Pymes del área de la construcción. No obstante, en aquellas iniciativas que no se pudo identificar su aplicabilidad, se consideró como que requiere información adicional que escapa de los límites del estudio.

Al respecto, se consideraron aquellas iniciativas que no son aplicables a Pyme, corresponden a los sistemas de tratamiento, debido a los costos de instalación, entre los cuales destacan aquellos con lodos activados, lechos bacterianos, humedal construido, además de desalinización.

Las iniciativas que requerirían una evaluación adicional estarían asociadas:



Todas las demás iniciativas serían aplicables a Pyme. Cabe destacar que, entre los sistemas de tratamiento, los lombrifiltros serían una iniciativa aplicable a Pymes considerando su bajo costo de implementación.

4.10.4. APLICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO

El cuarto atributo corresponde a la aplicación en la zona de estudio de cada iniciativa, y para ello se consideró la posibilidad de implementar la iniciativa o bien llevarla al lugar de interés donde se desea realizar el proyecto, de lo contrario se debe evaluar de forma adicional su aplicabilidad, lo cual escapa de los límites del estudio.

Al respecto se observa que la recolección de agua mediante atrapanieblas para riego, recolección de aguas lluvias para lavado y relleno de inodoros, desalinización, jardines inundables que aporten a la recarga de aguas subterráneas, debido a las características que presentan, requieren de una evaluación adicional para determinar su aplicabilidad en la zona de estudio, escapando de los límites del presente estudio.

Todas las demás iniciativas identificadas no tendrían dificultades de implementación en la zona de estudio. No obstante, en el caso de los sistemas de tratamiento se debe evaluar su factibilidad de implementación, considerando que aún no se encuentra disponible el reglamento que regula la reutilización de aguas grises.

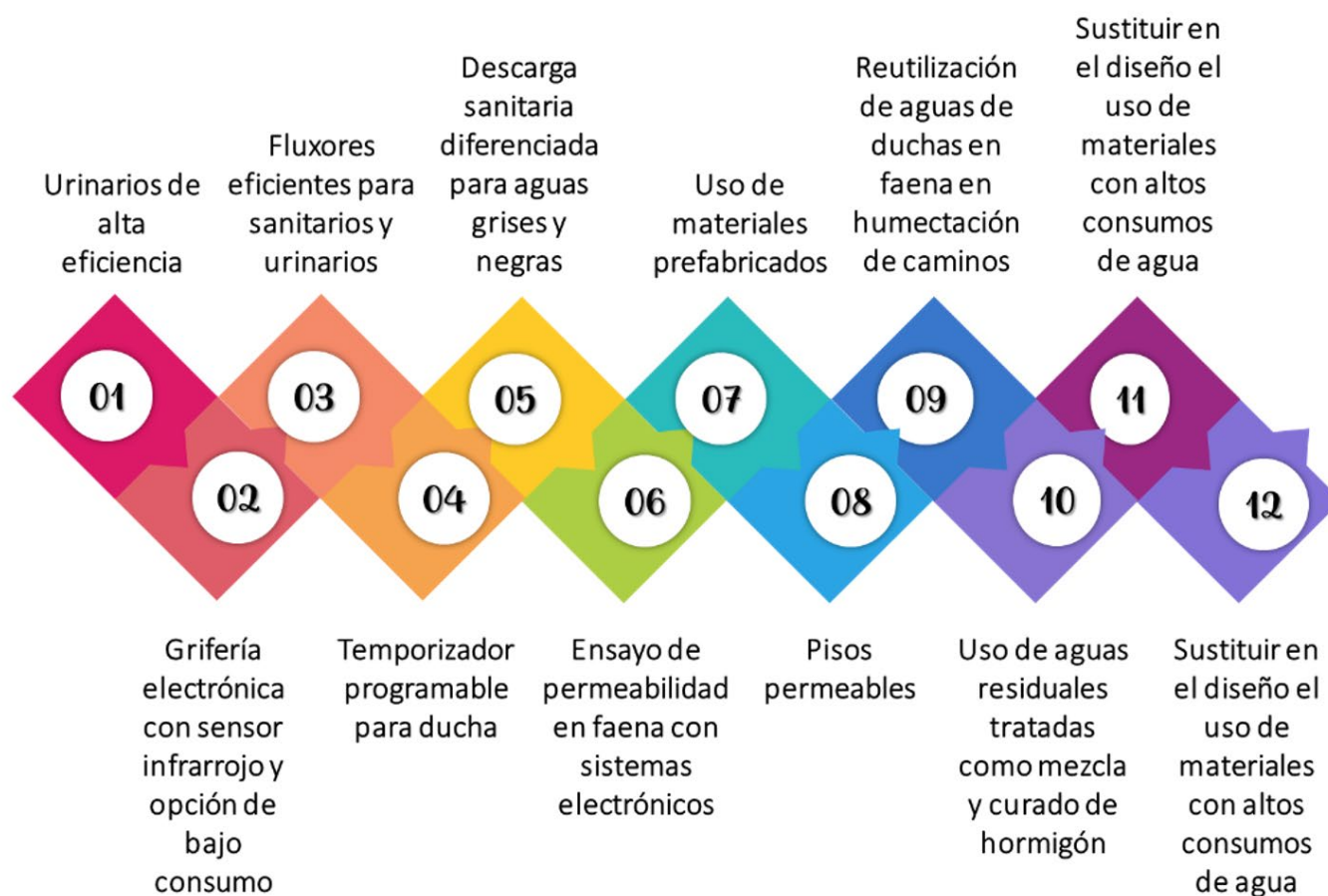
4.10.5. QUICK WINS

El quinto atributo corresponde a si la iniciativa es de rápida implementación de acuerdo con la información recabada para la elaboración de las fichas. De lo contrario, se debe realizar una evaluación adicional que escapa de los límites del estudio.

Dentro de las iniciativas identificadas, se consideraron de rápida implementación las siguientes:



En cuanto a las iniciativas que requieren de una evaluación adicional se encuentran las siguientes, considerando que corresponden a iniciativas que se están implementando en algunos pilotos o bien sus costos pueden limitar su aplicabilidad por lo que se desconoce si realmente se puede implementar o no de forma rápida.



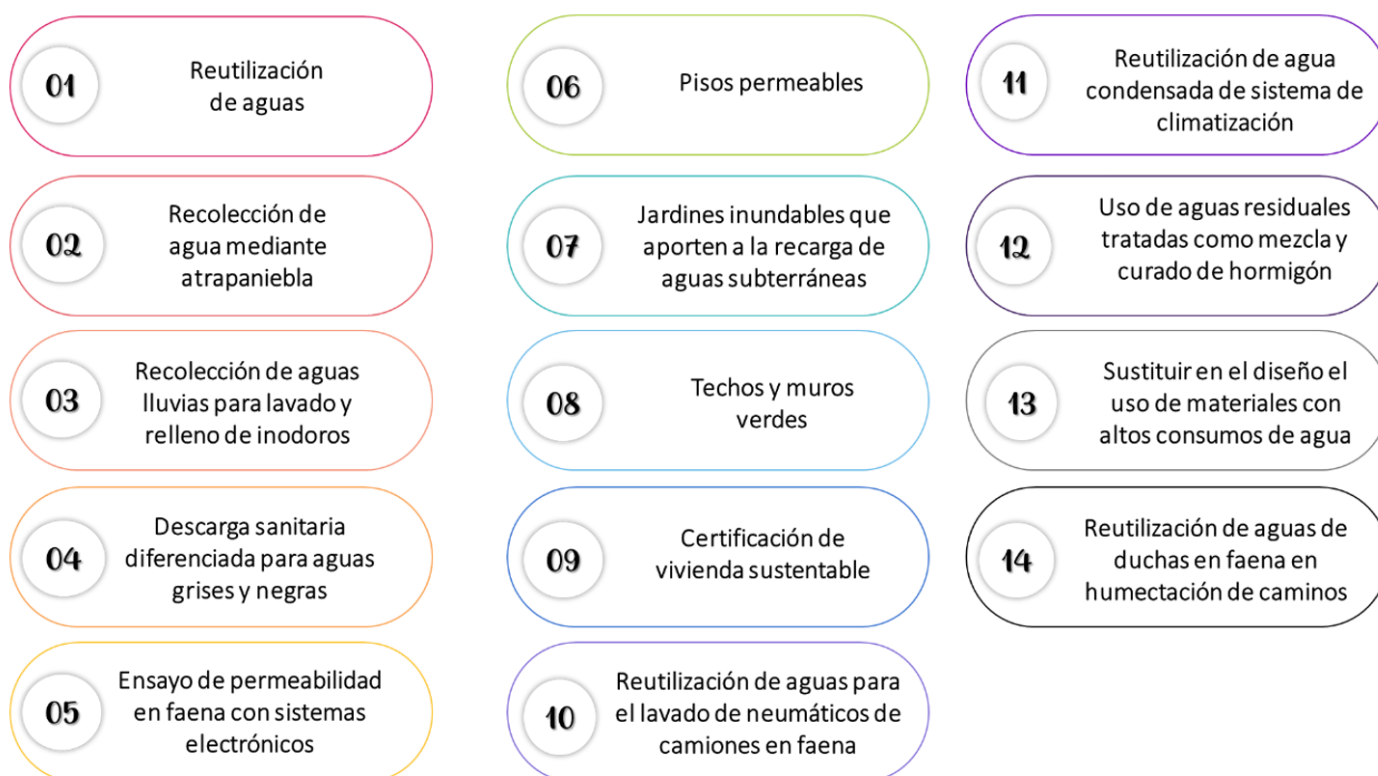
Finalmente, no son de rápida implementación aquellas iniciativas relacionadas a los sistemas de tratamiento, recolección de agua mediante atrapaniebla para riego, desalinización, reutilización de agua, jardines inundables que aporten a la recarga de aguas subterráneas, techos y muros verdes, certificación de vivienda sustentable, debido a que o tienen alguna restricción normativa o bien sus costos asociados son muy elevados como la desalinización o se tiene desconocimiento de su implementación como los atrapanieblas

4.10.6. COSTO - BENEFICIO

El sexto atributo evaluado corresponde al costo beneficio, donde se identifica una referencia en relación con el costo beneficio de cada iniciativa a partir del levantamiento de información del primer y segundo informe. De no ser posible considerar si es recomendable la iniciativa desde este punto de vista, se recomendó hacer una evaluación adicional que escapa de los límites del estudio.

De las 49 iniciativas, se considera que su costo beneficio no es favorable a los urinarios y sanitarios secos y la desalinización, debido a que o su implementación resulta compleja o es muy costosa.

Por otra parte, requieren de una evaluación adicional las siguientes iniciativas, debido a que en su gran mayoría requieren de una normativa para su implementación, o bien no son muy comunes de implementar hasta el momento.



Cabe destacar, que en la reutilización aguas para el lavado de neumáticos de camiones en faena, es una acción que requiere de un tratamiento previo dependiendo de su origen y la contención de las aguas generadas las cuales deben ser eliminadas de forma segura producto de los residuos que puede contener como hidrocarburos, los que deben ser tratados como un residuo peligroso y cumplir con la normativa correspondiente.

Mientras que las otras iniciativas tienen un costo beneficio favorable, como lo son el lean ambiental, tecnologías con aireados eficientes, uso de tela en curado de hormigón, seguimiento mensual del consumo en obra, instalación de señaléticas, entre otras.

4.10.7. ÁMBITO CULTURAL EN MATERIA DE AVANCE

El último atributo evaluado corresponde al ámbito cultural en materia de avance, donde se consideró si existe alguna brecha o barrera que limite la implementación de la iniciativa. Para ello se coordinó una reunión con el Grupo de Trabajo Gestión del Agua CChC, quienes calificaron cada iniciativa de acuerdo con su experiencia en el rubro constructivo. De no poder clasificar esta iniciativa se consideró que se requiere información adicional para su clasificación.

Al respecto, se tiene que sanitario seco, lean ambiental y sustituir en el diseño el uso de materiales con alto consumo de agua tendrían una restricción cultural que limita su aplicación, debido a su desconocimiento o bien a su factibilidad de aplicación como el sanitario seco.

Por otra parte, se tiene que las iniciativas que requieren de una evaluación adicional para evaluar si existiese o no una barrera cultural que impida o limite su implementación, serían:



Finalmente, aquellas iniciativas que no presentarían una restricción en materia de avance por el ámbito cultural corresponden a:



4.10.8. MATRIZ DE EVALUACIÓN POR ATRIBUTO

En Anexo 06, se presentan los resultados obtenidos de la matriz para cada una de las iniciativas evaluadas. Al respecto, se tiene que de las iniciativas evaluadas no se detectaron iniciativas de carácter menos implementables. Por otra parte, 20 iniciativas serían medianamente implementables, es decir que cumplen con las expectativas esperadas y 29 implementables, es decir que superan las expectativas. A continuación, se presentan los resultados por cada una de las clasificaciones mencionadas, desde carácter implementable a menos implementable. Adicionalmente, se destaca en color celeste la etapa constructiva a la que es aplicable la iniciativa y el tipo de proyecto, según la siguiente nomenclatura:

D	= Diseño	VE	= Vivienda en Extensión
C	= Construcción	VA	= Vivienda en Altura
PM	= Puesta en Marcha	AV	= Áreas Verdes
O	= Operación	T	= Transversal

4.10.8.1. INICIATIVAS DE CARÁCTER IMPLEMENTABLES

A continuación, se presenta un resumen de las iniciativas en orden de puntuación, para aquellas que superan las expectativas con una puntuación mínima de 15 y máximo de 21, sin embargo, no se identificaron iniciativas que alcancen el puntaje máximo.

Tabla 16: Iniciativas implementables con puntuación 20

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
BP-05	Buena práctica	Hidrolavado en curado de hormigón								
BP-11	Buena práctica	Reparación de fugas								
BP-12	Buena práctica	Educación sobre el uso eficiente del agua en obra a trabajadores								
BP-13	Buena práctica	Instalación de señaléticas ambientales en faena								

De las iniciativas presentadas con una puntuación de 20, se tiene que su principal complejidad está relacionada a la gestión y son principalmente aplicables a la etapa de construcción, con diferencia en la reparación de fugas que puede ser implementada en la fase de operación. En cuanto al tipo de proyecto la iniciativa BP-13 es de carácter transversal y las otras 3 son aplicables a viviendas en extensión y en altura, a diferencia de la iniciativa BP-11 y BP-12 que también pueden ser aplicadas a áreas verdes.

Tabla 17: Iniciativas implementables con puntuación 19

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-08	Tecnología	Riego con sensores de humedad y controladores								
T-09	Tecnología	Riego por goteo								
T-12	Tecnología	Recolección de aguas lluvias en techumbre para riego								
T-19	Tecnología	Sanitario eficiente								
T-22	Tecnología	Aireador para cocina con sensor								
T-23	Tecnología	Aireador para grifería de baño y cocina								
T-24	Tecnología	Cabezal de ducha con sistema de aireado eficiente								
T-25	Tecnología	Grifería temporizada con aireador y opción de bajo consumo								
M-01	Materialidad	Áreas verdes con especies autóctonas y de bajo requerimiento hídrico								
M-02	Materialidad	Uso de chip para el reemplazo de pastos en áreas verdes								
BP-06	Buena práctica	Uso de telas en curado de hormigón								
BP-08	Buena práctica	Valorización de residuos de faena								
BP-10	Buena práctica	Seguimiento mensual del consumo de agua en obra								
BP-15	Buena práctica	Concientización ambiental hacia la comunidad								

En relación con las iniciativas expuestas precedentemente, la obtención de esta puntuación se debió principalmente a una complejidad económica, y en algunos casos a una complejidad de gestión, restricción de competencia y de requerir evaluación adicional en relación con barreras asociadas al ámbito cultural. Por otra parte, en color celeste se destaca la etapa constructiva y tipo de proyecto que podría ser aplicada cada una de las iniciativas con puntuación 19 en su evaluación.

Tabla 18: Iniciativas implementables con puntuación 18.

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-20	Tecnología	Urinario alta eficiencia								
T-26	Tecnología	Grifería electrónica con sensor infrarrojo y opción de bajo consumo								
M-06	Materialidad	Aditivos reductores de agua para cemento, mortero o hormigón								

Esta puntuación, se encuentra relacionada a una complejidad económica, sumado a una restricción de competencias y de que algunas como urinario de alta eficiencia y grifería electrónica requieren de evaluación adicional para determinar si son de rápida aplicación. En color celeste se destaca la etapa constructiva y tipo de proyecto que podría ser aplicada cada una de las iniciativas con puntuación 18 en su evaluación

Tabla 19: Iniciativas implementables con puntuación 17

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-17	Tecnología	Fluxores eficientes para sanitarios y urinarios								
T-27	Tecnología	Temporizador programable para ducha								
M-07	Materialidad	Uso de materiales prefabricados								
BP-01	Buena práctica	Reutilización de aguas para el lavado de neumáticos de camiones en faena								
BP-09	Buena práctica	Lean ambiental								

En estas iniciativas se comienza a apreciar una variación en las puntuaciones, las cuales están condicionadas a una complejidad económica o de gestión, en cuanto a su restricción corresponden a competencias y para la reutilización de agua para el lavado de neumáticos de carácter normativo. Por otra parte, los fluxores, temporizadores y uso de materiales prefabricados requieren de información adicional para determinar si son de acción rápida. En cuanto a costo beneficio, se requiere de información adicional para el caso de la reutilización de agua para el lavado de neumáticos, mientras que en el ámbito cultural solo el uso de material prefabricado no tendría restricciones, a diferencia del lean ambiental que presenta una puntuación uno debido a su desconocimiento, mientras que las otras iniciativas requieren de información adicional para una definición de si existen brechas culturales que limiten su implementación.

Tabla 20: Iniciativas implementables con puntuación 15

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-10	Tecnología	Reutilización de aguas grises para lavado y relleno de inodoros								
T-15	Tecnología	Descarga sanitaria diferenciada para aguas grises y negras								
M-05	Materialidad	Pisos permeables								

Finalmente, aquellas iniciativas que obtuvieron una puntuación de 15 están relacionadas a una complejidad económica con restricción normativa y de competencia. La reutilización de aguas grises para lavado y relleno de inodoros no sería de rápida aplicación, mientras que las demás iniciativas requieren de una evaluación adicional. En cuanto al costo beneficio, T-23 y M-03, requieren de evaluación adicional para su determinación y la materialidad de pisos permeables requiere de información adicional para determinar si existe alguna brecha cultural que impida o limite su implementación.

4.10.8.2. INICIATIVAS MEDIANAMENTE IMPLEMENTABLES

En cuanto a aquellas iniciativas que cumplen con las condiciones de ser medianamente implementables y que cumplen con las expectativas, siendo clasificadas en un rango entre 8 y 14 se presentan a continuación.

Tabla 21: Iniciativas medianamente implementables con puntuación 14.

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-16	Tecnología	Ensayo de permeabilidad en faena con sistemas electrónicos								
T-21	Tecnología	Urinario seco								
M-04	Materialidad	Techos y muros verdes								
BP-02	Buena práctica	Reutilización de aguas de duchas en faena en humectación de caminos								
BP-03	Buena práctica	Reutilización de agua condensada de sistema de climatización								
BP-07	Buena práctica	Sustituir en el diseño el uso de materiales con altos consumos de agua								
BP-14	Buena práctica	Certificación de vivienda sustentable (CVS)								

La principal complejidad de las iniciativas con puntuación 14, está relacionada con el ámbito económico, sumado a una restricción de competencias, además 4 de ellas no sería de rápida implementación. Por otra parte, requieren de información adicional para determinar su costo/beneficio y lo mismo para el análisis del ámbito cultural. Adicionalmente, una de ellas tendría brechas respecto a este último atributo, correspondiente a sustituir en el diseño el uso de materiales con alto consumo de agua.

Tabla 22: Iniciativas medianamente implementables con puntuación 13.

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-03	Tecnología	Sistemas de tratamiento de aguas con lombrifiltro o sistema Tohá para reutilización								
T-05	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas con biofiltros para reutilización								
T-18	Tecnología	Sanitario seco								
BP-04	Buena práctica	Uso de aguas residuales tratadas como mezcla y curado de hormigón								

Las iniciativas identificadas con puntuación 13, requieren de una evaluación económica, presentan restricciones normativas, no serían iniciativas de rápida implementación, a diferencia del uso de aguas residuales tratadas como mezcla y curado de hormigón la cual requiere de información adicional para su clasificación.

Tabla 23: Iniciativas medianamente implementables con puntuación 12.

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-01	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas de filtración por membranas biológicas para reutilización								
T-02	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas grises para riego – filtro acolchado								
T-11	Tecnología	Recolección de agua mediante atrapanieblas para riego								
M-03	Materialidad	Jardines inundables que aporten a la recarga de aguas subterráneas								

Estas iniciativas, con puntuación 12, requieren de una evaluación económica para su implementación, además de requerir información adicional para verificar su aplicabilidad a Pymes, así como también su costo/beneficio y análisis del ámbito cultural en materia de avance. Por otra parte, no serían iniciativas de rápida implementación y la recolección de agua mediante atrapanieblas y jardines inundables requieren de información adicional para determinar su aplicabilidad en la zona de estudio.

Tabla 24: Iniciativas medianamente implementables con puntuación 11.

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-04	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas grises - humedal construido para reutilización								
T-06	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas con lodos activados para reutilización								
T-07	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas con lechos bacterianos para reutilización								
T-13	Tecnología	Recolección de aguas lluvias para lavado y relleno de inodoros								

Respecto de las iniciativas con una puntuación 11, se tiene que su complejidad está relacionada con una evaluación económica, su principal restricción sería de carácter normativo, no serían aplicables a Pyme, a excepción de la recolección de aguas lluvias para lavado y relleno de inodoros que requiere una evaluación adicional, así como también para determinar su aplicabilidad en la zona de estudio. Por otra parte, no serían de rápida aplicación y en cuanto a costo beneficio y evaluación del ámbito cultural en materia de avance, requieren de información adicional para su clasificación.

TTabla 25: Iniciativas medianamente implementables con puntuación 10.

CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	ETAPA CONSTRUCTIVA				TIPO DE PROYECTO			
			D	C	PM	O	VE	VA	AV	T
T-14	Tecnología	Desalinización								

Finalmente, en cuanto al análisis de la iniciativa evaluada con puntuación 10, se tiene que, su complejidad principal es económica, su restricción está relacionada a competencia, no sería aplicable a Pymes, se debe evaluar con información adicional la aplicación en la zona de estudio y el análisis del ámbito cultural en materia de avance. La iniciativa no sería de rápida aplicación y su costo es muy elevado.

4.10.8.3. INICIATIVAS MENOS IMPLEMENTABLES

Al respecto, y de acuerdo con el análisis realizado, no se identificaron iniciativas con estas características.

CONCLUSIONES



5. CONCLUSIÓN

De acuerdo con lo expuesto en el presente Estudio, respecto al levantamiento de información y diagnóstico del consumo de agua en el sector de la construcción a nivel nacional e internacional, se puede concluir lo siguiente:

- En la actualidad, nos vemos enfrentados a los efectos del cambio climático a nivel mundial, que afecta a la disponibilidad de agua potable, especialmente en las estaciones más secas del año, lo cual no es ajeno al sector de la construcción, debido a que los recursos hídricos están relacionados con todas las etapas del ciclo de vida de las viviendas, considerando el diseño, construcción, puesta en marcha y operación de éstas.
- Se realizó una búsqueda técnica y científica a nivel nacional e internacional, además de encuestas a colaboradores de la Cámara Chilena de la Construcción, encuestas en salas de ventas y a actores relevantes, para finalmente aplicar un diagnóstico que permitió identificar la interacción entre las diferentes partes.
- A nivel nacional es posible identificar la Estrategia de trabajo que promueve la construcción sustentable para el periodo 2013 - 2020, como hoja de ruta en la construcción, sin embargo, esta Estrategia requiere ser actualizada, por lo que el nuevo desarrollo del Plan Nacional de Construcción Sustentable con aspiración al 2050, se encuentra en proceso de licitación, sin avances en la materia.
- La certificación en la construcción es una medida para incentivar criterios de sustentabilidad del recurso hídrico, de los cuales se identifican dos certificaciones nacionales, donde una es aplicable a viviendas, correspondiente a la Certificación de Vivienda Sustentable impulsada por el MINVU. Por otra parte, existen diversas certificaciones a nivel mundial de las cuales se destacan las certificaciones LEED, EDGE y WELL promueven una gestión adecuada del recurso hídrico en la construcción de viviendas y son aplicables en Chile.
- En Chile existe la Ley 21.075/2018 del MOP la cual está relacionada con la reutilización de aguas grises, sin embargo, aún no entra en vigencia debido a que se encuentra condicionada a la promulgación de su respectivo reglamento. Por otra parte, existen algunos proyectos de ley en el Congreso Nacional que buscan permitir y regular la reutilización de aguas tratadas para riego, fomentar el riego de espacios urbanos con aguas grises y generar exigencias al diseño de obras de urbanización y edificación en materia de aguas grises. Adicionalmente, se encuentra en proceso de modificación el D.S. N°735/1969 del MINSAL, considerando fuentes alternativas para el abastecimiento de agua. A diferencia del nivel normativo internacional, donde la reutilización de aguas en viviendas se encuentra normado desde hace varios años, Chile aún debe avanzar en esta materia.
- En relación con la construcción industrializada, a nivel internacional se destacan estudios que corroboran la reducción del recurso hídrico en los procesos constructivos, mientras que, en Chile, aún se está trabajando en promover esta forma de metodología de trabajo.
- Respecto a las investigaciones científicas a nivel nacional identificadas, se evidencia una falta de publicaciones, encontrándose principalmente tesis de pregrado y magíster, de las cuales se enfocan en el diseño u operación, entregando medidas para la reducción de uso de agua potable, utilizando sistemas alternativos a la matriz pública, en el caso de las ciudades, como la recuperación de aguas grises, aguas lluvias y humedad atmosférica para su uso en regadío de áreas verdes, descarga de inodoros y lavadoras principalmente. Otras medidas que se identifican para estas etapas del ciclo son la instalación de humedales construidos, rediseño de áreas verdes mediante la xerojardinería con riego por goteo, incentivos normativos, uso de materiales de construcción que demanden bajo consumo de agua y otras alternativas de reciclaje de agua.

- Las medidas consideradas para la etapa de construcción son asociadas principalmente a la educación y concientización de los trabajadores, determinación de los focos de pérdida de agua durante la ejecución de la obra, mediante monitoreos constantes y sistemáticos, contenedores para consumo de agua, uso de grifos difusores y accionamiento automático, uso de fuentes alternativas de agua potable, uso de aguas grises para descarga de urinarios, temporizadores en las duchas, seguimiento mensual del consumo del agua y empleo de sacos de tejidos en el proceso de curado del hormigón. Además, se considera factible la reutilización de agua de lavado de interior mixer para la elaboración del hormigón y utilizar 20% de agua de lavado de autos como sustituto de agua potable en el mismo proceso.

- Una vez terminada la construcción de las viviendas, en la puesta en marcha se recomienda tomar acciones de concientización sobre el uso de agua a los propietarios, residentes y a la comunidad en general para cambiar sus hábitos de consumo o uso de especies autóctonas en sus jardines. Estas acciones se pueden extender a la etapa de operación, donde, además, se recomienda incorporar a las viviendas existentes las alternativas mencionadas anteriormente para el consumo eficiente del agua y reducir en un 30% el consumo de agua o más, dependiendo de las medidas que se apliquen.

- Respecto de los encuestados de la CChC, perciben la problemática del agua como algo de relevancia, pero también perciben bajos incrementos de iniciativas para dar soluciones respecto del uso de agua en el rubro, lo que coincide con la percepción de los entrevistados de la existencia de iniciativas aisladas y un desarrollo incipiente en temas de sostenibilidad hídrica. Dentro de las iniciativas más conocidas por los encuestados son la reutilización de aguas grises, lo que se asocia a la espera de la implementación de la Ley 21.075/2018 del MOP a nivel nacional.

- Las decisiones sostenibles se deben tomar desde la etapa de diseño del proyecto de construcción, ya que en esta etapa se proyectan las actividades a realizar en la construcción y operación. A nivel productivo esta visión se debe internalizar desde la alta dirección y deben replicarse aquellas medidas que demuestren resultados beneficiosos.

- Tanto los encuestados como los entrevistados consideran que las barreras más evidentes para una mejor gestión del agua en el rubro de la construcción de viviendas son las barreras normativas, ya que es escasa y la normativa existente no se ha logrado implementar. Sin embargo, ambos también indican barreras culturales como la falta de interés y conocimiento respecto al cuidado del recurso agua. En este aspecto los entrevistados a diferencia de los encuestados, no identificaron como barrera la tecnología.

- La mayor parte de los encuestados y entrevistados consideran que hacen falta más incentivos para el desarrollo de la sostenibilidad en la industria. De forma complementaria, a nivel internacional según uno de los estudios revisados, también se evalúan como parte importante los incentivos para mejorar en materia de sostenibilidad.

- De acuerdo con el levantamiento de información generado para el presente estudio, se logró identificar 49 iniciativas, de las cuales 9 se evidenciaron tanto en la búsqueda bibliográfica como en la aplicación de entrevistas y encuestas, entre las que se destacan la reutilización de aguas, artefactos de eficiencia hídrica, áreas verdes de bajo consumo hídrico, entre otras.

- En cuanto al diagnóstico propuesto, se puede inferir que si bien se evidencian avances en la gestión hídrica aún falta trabajar en acciones concretas por parte de la gran mayoría de los actores identificados en el diagnóstico. Adicionalmente, si bien son pocos los actores con significancia en la influencia de la gestión hídrica en la actualidad, estos aún no llegan a consolidar sus exigencias, lo que se contrasta con el avance en la gestión hídrica dentro de la construcción de viviendas. Pese a lo anterior, se destaca del diagnóstico que entre los actores con factor crítico se encuentran la Familia, Autoridad Ambiental y Técnica, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Empresa Sanitaria, e Inversionistas.

Por otra parte, de acuerdo con la información recabada tanto del informe parcial 1 como de la búsqueda complementaria para la elaboración de las fichas técnicas se puede concluir que,

- Dentro de las tecnologías presentadas, los urinarios y baños secos son recomendados para su aplicación en el inicio de las etapas constructivas, dada sus características de manipulación.
- Adicionalmente, los urinarios en general son tecnologías utilizadas comúnmente en edificios comerciales o de servicio por lo que resulta poco frecuente su aplicación en viviendas, ya sea en extensión o altura. No obstante, se puede evaluar su aplicabilidad en la etapa de construcción para instalaciones de faenas.
- Respecto de los aireadores, al momento de instalación y para un correcto funcionamiento, se debe tener en consideración la presión y caudal ya que puede generar dificultades para el uso de agua caliente. Además, para aquellas iniciativas que consideran temporizadores, se recomienda su implementación para la etapa constructiva debido a que no resulta atractivo para la operación por los tiempos de duración y de uso.
- En cuanto a los sistemas de tratamientos propuestos para las aguas servidas, se debe considerar una evaluación técnica previa al diseño, ya que se debe tener presente entre otras cosas su implementación, la normativa existente, el tipo de proyecto y además la factibilidad, la cual se puede encontrar condicionada al territorio operacional de las sanitarias.
- Además, como se mencionó precedentemente, se debe tener presente para las iniciativas relacionadas a la reutilización de aguas grises, existe la Ley N°21.075 que Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises, y cuenta con un proyecto de reglamento que aún no entra en vigencia a la fecha de elaboración de este Estudio. Este reglamento indica aspectos relevantes a considerar, como la obligatoriedad de realizar un registro y seguimiento de monitoreos de autocontrol de la calidad del efluente generado y del sistema de tratamiento, a través de muestreos trimestrales o mensuales dependiendo del caudal. Por otra parte, se debe tener en consideración que el borrador del reglamento no permite dispersión aérea de las aguas grises tratadas y recomienda un riego subsuperficial o riego superficial el cual puede ser por gravedad. Por lo que, de aprobarse el reglamento, se debe tener en consideración dichas restricciones al momento de aplicar las iniciativas que tienen relación con la reutilización de aguas grises mencionadas en este Estudio.
- Sobre la iniciativa de reutilización de aguas como mezcla y curado de hormigón, está aún se encuentra en estudios experimentales o en fase piloto, donde se analiza la calidad del agua tratada que se requiere para el proceso y la calidad del hormigón resultante, por lo que no es posible especificar en este estudio un porcentaje de ahorro de agua con la aplicación de esta medida.
- En relación con los techos o muros verdes, si bien existen experiencias en Chile de implementación tanto en vivienda en altura como en extensión, en el caso de la vivienda en extensión solo se encontró evidencia de la ejecución de esta iniciativa en viviendas individuales y particulares, no así en conjuntos habitacionales. Esto puede estar relacionado a que, en una vivienda en altura, las azoteas permiten una mayor superficie de instalación, reduciendo costos y facilitando el mantenimiento.

- De las entrevistas efectuadas se identificaron algunas iniciativas, destacando la reutilización de aguas para el lavado de neumáticos de camiones. Al respecto, no fue posible encontrar información que tuviera un respaldo bibliográfico, que permitiera describir el tipo de agua recuperada para estos fines. Sin perjuicio de estos, se puede considerar, de acuerdo a los análisis efectuados, que las aguas lluvia o aguas grises, se podrían utilizar para la actividad de reutilización de aguas para el lavado de camiones o neumáticos, siempre y cuando se considere un tratamiento previo y la contención de las aguas generadas, las cuales deben ser eliminadas de forma segura producto de los residuos que puede contener como hidrocarburos, los que deben ser tratados como un residuo peligroso y cumplir con la normativa correspondiente.

- Adicionalmente, se debe tener en consideración que, para una correcta implementación de cada una de las iniciativas identificadas, se debe tener presente siempre un acompañamiento de inducciones, lo que facilita su aplicación. Sin perjuicio de lo anterior, todas las iniciativas pueden implementarse en Chile.

- Finalmente, del total de las iniciativas identificadas, se logró clasificar 34 iniciativas relacionadas con etapa de diseño, 34 para etapa de construcción, 1 en etapa de puesta en marcha y 28 en etapa de operación, mientras que, por tipo de proyecto, 36 corresponden a viviendas en extensión, 32 a viviendas en altura, 15 a áreas verdes y 13 son transversales, además 27 son iniciativas asociadas a tecnología, 7 a materialidad y 15 a buenas prácticas.

En cuanto a la evaluación de implementación de las iniciativas según los 7 atributos identificados, se puede concluir que:

- No se lograron identificar iniciativas que sean menos implementables. Por otra parte, ninguna logró la puntuación máxima de 21 puntos en la evaluación de los atributos identificados.

- En cuanto a la complejidad principal de las iniciativas identificadas se tiene que una corresponde designar a personal para su implementación, 11 requieren de gestión y 37 de una evaluación económica.

- Respecto de las restricciones principales de las iniciativas, 20 solo necesitan de capacitaciones, 16 de competencias y 13 de normativas, las cuales se encuentran vinculadas principalmente a la falta del reglamento para su implementación.

- En relación con la aplicación a Pyme, 37 de las iniciativas son aplicables a Pyme, 8 requieren de evaluación adicional y 4 no son aplicables a Pyme.

- Del análisis de aplicabilidad en la zona de estudio, 45 iniciativas son aplicables en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins, mientras que 4 requieren de evaluación adicional.

- Del total de iniciativas, 21 son de rápida aplicación, 11 requieren de evaluación adicional y 17 no serían de rápida aplicación.

- Por otra parte, en relación con el costo beneficio, 26 iniciativas tienen una relación positiva, 20 requieren de evaluación adicional y 3 tendrían una relación negativa.

- En cuanto a la barrera cultura, 23 no presentan una barrera cultural para su implementación, 23 requieren de información adicional, mientras que 3 existiría una barrera cultural que impide o limita su implementación.

- Además, se puede inferir que, de las 49 iniciativas evaluadas, las que mayor puntuación tienen están relacionadas a buenas prácticas, entre las cuales se destaca, reparaciones de fugas, educación sobre el uso eficiente del agua en obras a trabajadores, instalación de señaléticas ambientales en faena, hidrolavado en curado de hormigón. Estas iniciativas solo requieren de realizar las gestiones internas correspondientes para una correcta implementación, por lo que al menos las tres primeras deberían ser consideradas en las obras de construcción.
- Adicionalmente, se tiene que aquellas tecnologías con sistemas eficientes, riego por goteo, entre otras, requieren de evaluación económica para su implementación, por lo que subsanando estas barreras y acompañando el uso de cada una de las iniciativas clasificadas con una puntuación de 19 a través de capacitaciones, pueden convertirse en acciones de fácil implementación y que generen un aporte positivo sin mayores inconvenientes, permitiendo una mejora en la gestión del recurso hídrico durante el ciclo constructivo.
- Cabe destacar, que más de la mitad de las iniciativas superan las expectativas y son implementables en las etapas correspondientes del ACV de la construcción para los diferentes tipos de viviendas identificados, por lo que, si son acompañados de capacitaciones, no deberían presentar mayores dificultades en su implementación.
- Al respecto, entre las iniciativas con mayor puntaje, que son aplicables a viviendas en extensión y en altura en cuanto a buenas prácticas se encuentran la reparación de fugas, educación sobre el uso eficiente del agua en obra a trabajadores, hidrolavado en curado de hormigón, concientización ambiental hacia la comunidad, uso de telas en curado de hormigón y valorización de residuos. Por otra parte, en relación con materialidad, son aplicables a viviendas en extensión y en altura las iniciativas como áreas verdes con especies autóctonas y de bajo requerimiento hídrico, el uso de chip para el remplazo de pastos en áreas verdes, aditivos reductores de agua para cemento, mortero u hormigón, el uso de materiales prefabricados y pisos permeables. En cuanto a tecnologías, para viviendas en extensión y en altura se encuentran, cabezal de ducha con sistema de aireado eficiente, sanitario eficiente, aireador para cocina con sensor y para grifería de baño y cocina, recolección de aguas lluvias en techumbres para riego, riego con sensores de humedad y controladores, riego por goteo, reutilización de aguas grises para lavado y relleno de inodoros y descarga sanitaria diferenciada para aguas grises y negras.
- Respecto a iniciativas relacionadas con su aplicación en áreas verdes, se tiene en buenas prácticas la reparación de fugas y educación sobre el uso eficiente del agua en obra a trabajadores. Para materialidad, se encuentran iniciativas como áreas verdes con especies autóctonas y de bajo requerimiento hídrico, uso de chip para el reemplazo de pastos en áreas verdes y pisos permeables. Respecto a iniciativas relacionados con tecnología que sean aplicables a áreas verdes se destacan, riego con sensores de humedad y controladores, riego por goteo, reutilización de aguas grises para lavado y relleno de inodoros y descarga sanitaria diferenciada para aguas grises y negras.
- Finalmente, en cuanto a medidas transversales se encuentran iniciativas de buenas prácticas como instalación de señaléticas ambientales en faena, seguimiento mensual del consumo de agua en obra, lean ambiental y reutilización de agua para el lavado de neumáticos de camiones en faena. Respecto a tecnologías se tiene iniciativas tales como grifería con aireador y opción de bajo consumo, urinario alta eficiencia, grifería electrónica con sensor infrarrojo y opción de bajo consumos, fluxores eficientes para sanitarios y urinarios y temporizadores programables para duchas.

Para finalizar, se debe tener en consideración que el presente Estudio, no considera una evaluación económica de cada iniciativa identificada dentro de sus alcances, por lo que puede variar el análisis realizado. Es por lo que se recomienda evaluar esta alternativa en un futuro estudio con la finalidad de facilitar su implementación.

Por otra parte, no se cuenta con un listado de proveedores que tenga a disposición parte de las iniciativas mencionadas, lo que podría dificultar su implementación por personas interesadas.

Adicionalmente, se recomienda al momento de implementar alguna iniciativa, tener presente inducciones para facilitar su aplicación.

Finalmente, es importante destacar que, si bien la gestión hídrica en la construcción está comenzando a formar parte de la industria constructiva, se debe destacar aquellas iniciativas voluntarias que se estén implementando, además de generar instancias de conversación y capacitación para dar a conocer acciones concretas que permitan cuidar el recurso hídrico, ya que como se puede observar en este Estudio, existen iniciativas y la gran mayoría son aplicables en la zona de estudio.

REFERENCIAS



6. REFERENCIAS

- Willem Hofste, R., Reig, P., & Schleifer, L. (06 de 08 de 2019). World Resources Institute. Recuperado el 04 de 11 de 2022, de World Resources Institute:
<https://www.wri.org/insights/17-countries-home-one-quarter-worlds-population-face-extremely-high-water-stress>
- Acqua Tempus. (s.f.). Aqua Tempus reemplaza las duchas pulsadoras. Recuperado el 6 de diciembre de 2022, de Acqua Tempus:
<https://acquatempus.cl/>
- Aguilera, A. (27 de 04 de 2022). La Tercera. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de
<https://www.latercera.com/practico/noticia/mulch-cuando-y-como-usarlo-en-nuestras-plantas-y-suelos/W5MVUPDQ6VAYLA L2PKL2C5PHFI/>
- Alfonso Garavito, A. M., & De la Hoz Henríquez, M. (2019). Propuesta de producción más limpia para el aprovechamiento de agua de condensación de. Recuperado el 09 de enero de 2023, de Repositorio Universidad de la Costa:
<https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/5346/Propuesta%20de%20producci%C3%B3n%20m%C3%A1s%20limpia%20para%20el%20aprovechamiento%20de%20agua%20de%20condensaci%C3%B3n%20de%20los%20aires%20acondicionados%20en%20la%20Universidad%20de%20la%20Costa>
- Alvarez, E. (26 de 07 de 2021). Diario Mayor. (C. UM, Ed.) Recuperado el 26 de 01 de 2023, de
<https://www.diariomayor.cl/temuco/ciencia-um/979-por-que-y-como-construir-tu-propio-jardin-de-lluvia-en-la-ciudad.html>
- Andersson, K., Rosemarin, A., Lamizana, B., Kvarnström, E., McConville, J., Seidu, R., . . . Trimmer, C. (2021). Saneamiento, gestión de aguas residuales y sostenibilidad: de la disposición de desechos a la recuperación de recursos. 2da edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo, Nairobi y Estocolmo. Recuperado el 2022 de diciembre de 2022, de
<https://www.sei.org/wp-content/uploads/2021/06/saneamiento-gestion-de-aguas-residuales-y-sostenibilidad-2021.pdf>
- Aquaneat. (s.f.). Show Room. Recuperado el 6 de diciembre de 2022, de aquaneat: <https://aquaneat.cl/show-room/>
- Aquavant. (s.f.). Aquavant Tecnologías Avanzadas. Recuperado el 26 de 12 de 2022, de
<http://www.aquavant.cl/linea-de-negocios/plantas-desalinizadoras/desalinizacion-de-agua-de-mar/>
- Aquavant S.A. (s.f.). Productos para la Medición, Tratamiento y Ahorro de Agua: Urinarios sin agua. Recuperado el 6 de diciembre de 2022, de Aquavant tecnologías avanzadas: <https://www.aquavant.cl/linea-de-negocios/productos/urinarios-sin-agua/>
- Aranda. (2017). Reutilización de agua de lavado de interior mixer en reemplazo de agua de amasado en elaboración de hormigón fresco. Tesis de pregrado, Universidad Andrés Bello, Facultad de Ingeniería. Recuperado el 07 de 12 de 2022, de
<https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/4593>
- Asociación Chilena de Desalinización A.G. (s.f.). Asociación Chilena de Desalinización A.G. Recuperado el 29 de 12 de 2022, de
<https://www.acades.cl/proyectos/>
- Asociación Nacional de Fabricantes de Aditivos para Hormigón y Mortero. (s.f.). Reductores de agua. Recuperado el 7 de diciembre de 2022, de ANFAH: <https://anfah.org/aditivos/reductores-de-agua/>
- Aydiner Boylú, A., & Gunay, G. (01 de 10 de 2017). Do Families Attitudes and Behaviors Support Sustainable Water Consumption. European Journal of Sustainable Development, 6(4), 115. Recuperado el 17 de 10 de 2022, de
<https://doi.org/10.14207/ejsd.2017.v6n4p115>
- Ayokunle, Bo & Skitmore. (2016). Green building incentives: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.028>
- Banco Estado. (N/A de N/A de N/A). Obtenido de Banco Estado:
https://www.bancoestado.cl/imagenes/_personas/productos/creditos/creditos-hipotecarios/financiamiento-ecovivienda.asp
- Banco Santander. (N/A de N/A de N/A). Recuperado el 10 de 11 de 2022, de Banco Santander:
<https://banco.santander.cl/personas/credito-hipotecario/hipotecario-verde>
- Barntt, M., Jackson-Smith, D., & Endter-Wada, J. (11 de 01 de 2019). Implications of Nontraditional Housing Arrangements for Urban Water Management in the United States Intermountain West. Society & Natural Resources, 32(5), 508-5029. Recuperado el 23 de 10 de 2022, de <https://doi.org/10.1080/08941920.2018.1539200>

- Becerra Ortiz, A. (2018). FACTIBILIDAD DE USO DE AGUAS GRISES EN LA CONSERVACIÓN DE ÁREAS VERDES URBANAS, UNA APROXIMACIÓN DESDE LA PERSPECTIVA DEL HÁBITAT RESIDENCIAL. Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Santiago: -. Recuperado el 19 de 10 de 2022, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151889/factibilidad-de-uso-de-aguas-grises.pdf?sequence=1>
- Belliot & Fiscarelli. (2020). Vivienda sustentable: una discusión sobre el manejo eficiente del uso de agua en instalaciones domiciliarias. Caso de estudio: Santa Fe – Argentina. Hábitat Sustentable. doi:<https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.06>
- Bonenberg, W., Stanisław, M., Schneider-Skalska, G., & Jadwig, S.-C. (03 de 05 de 2022). Sustainable Water Management in a Krakow Housing Complex from the Nineteen-Seventies in Comparison with a Model Bio-Morphee Unit. (MDPI, Ed.) sustentabilidad, 14(5499), 19. Recuperado el 23 de 10 de 2022, de https://www.researchgate.net/publication/360392785_Sustainable_Water_Management_in_a_Krakow_Housing_Complex_from_the_Nineteen-Seventies_in_Comparison_with_a_Model_Bio-Morphee_Unit
- Bregroup. (31 de 03 de 2022). Recuperado el 16 de 11 de 2022, de Bregroup: <https://bregroup.com/case-studies/breem-in-use/focussing-on-sustainability-and-energy-saving-the-ombu-building-in-chile-promotes-increasing-sustainability-commitment/>
- Brezo, B. (12 de 08 de 2019). USGBC. Recuperado el 14 de 11 de 2022, de USGBC: <https://www.usgbc.org/articles/conserving-water-all-people-through-leed-v41>
- Brito Morales, N. (2017). El paisaje xerófito en la vivienda de Santiago: una propuesta para conjuntos habitacionales en altura en la comuna de Providencia. Universidad Andrés Bello, Facultad de Ingeniería. Santiago: -. Recuperado el 06 de 10 de 2022, de <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/3521>
- Brod, M., Cedeño Laurent, J. G., Kane, J., Colton, M., Gabel, C., & Adamkiewicz, G. (28 de 03 de 2020). Greener and Leaner: Lower Energy and Water Consumption, and Reduced Work Orders, in Newly Constructed Boston Public Housing. (MDPI, Ed.) atmosphere, 11(323), 14. Recuperado el 25 de 10 de 2022, de <https://www.mdpi.com/2073-4433/11/4/329>
- BSI. (2021). BS EN 16941-2:2021:On-site non-potable water systems Systems for the use of treated greywater. Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de EUROPEAN STANDARD: https://www.en-standard.eu/bs-en-16941-2-2021-on-site-non-potable-water-systems-systems-for-the-use-of-treated-greywater/?gclid=Cj0KCQiA37KbBhDgARIsAlzce16kQgAgRd5oyC7SXe6vcPPL-3ejXzQQLj_AN_GpRoskz3EDztM6eDgaAu-XEALw_wcB
- Bustamante Chamorro, P. (2016). EFICIENCIA HÍDRICA EN CONJUNTOS DE. Universidad de Valparaíso, FACULTAD DE INGENIERÍA. Valparaíso: -. Recuperado el 05 de 10 de 2022, de http://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstream/handle/uvsc/2755/Bustamante%20Chamorro,%20Paolo_Eficiencia%20h%C3%ADdrica%20en%20conjuntos%20de%20viviendas,%20reutilizando%20aguas%20grises%20para%20riego.pdf?sequence=1
- Byrne, J., Anda, M., & GE, H. (2019). Water sustainable house: Water auditing of 3 case studies in Perth, Western Australia. Repositorio de investigación de la Universidad de Murdoch, 14(2), 435-443. Recuperado el 25 de 10 de 2022, de <https://doi.org/10.2166/wpt.2019.028>
- Byrne, J., Anda, M., & Ho, G. (2019). Water sustainable house: Water auditing of 3 case studies in Perth, Western Australia. Water Practice and Technology, 14(2), 435-443. Recuperado el 23 de 10 de 2022, de <https://doi.org/10.2166/wpt.2019.028>
- Cares M, V. (2017). AH2ORRAR La nueva forma de usar el agua. Santiago: -. Recuperado el 06 de 10 de 2022, de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145968/Cares%20Moreno%20Vladimir.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- CChC. (01 de 09 de 2021). Cámara Chilena de la Construcción. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de <https://cchc.cl/comunicaciones/noticias/comision-de-seguridad-y-salud-ocupacional-reanudo-programa-de-visitas-colaborativas-para-prevenir-riesgos-en-obras>
- CCI. (2022). Quienes somos. Recuperado el 9 de Noviembre de 2022, de Consejo Construcción Industrializada: <https://construccionindustrializada.cl/quienes-somos/>
- CCI. (2022). Recursos. Obtenido de Consejo construcción Industrializada: <https://construccionindustrializada.cl/download/metodologia-de-medicion-indice-de-industrializacion-2021/>
- CDT. (2021). Edición Técnica: Ventajas de la utilización de maderas industrializadas. Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de https://www.cdt.cl/?post_type=dln_download&p=397651

CDT. (2021). VENTAJAS DE UTILIZAR MADERAS INDUSTRIALIZADAS.

CHC. (2022). Catálogo Sustentable: Baños-cocinas-pisos-muros. Recuperado el 6 de diciembre de 2022, de CHC: <https://chc.cl/wp-content/uploads/2022/04/CATALOGO-SUSTENTABLE.pdf>

Chuai et al. (2021). China's construction industry-linked economy-resources-environment flow in international trade. *Journal of Cleaner Production*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123990>

Cisneros Valdez, P. (s.f.). SSWM. Recuperado el 28 de 12 de 2022, de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua-del-sistema/captacion-4/recolecci%C3%B3n-en-techos>

codexVerde. (17 de febrero de 2022). Construcción Liviana en Seco: minimiza el consumo de agua y es sísmo resistente. Recuperado el 10 de enero de 2023, de codexverde: <https://codexverde.cl/construccion-liviana-en-seco-minimiza-el-consumo-de-agua-y-es-sismo-resistente/>

Construcción Sustentable. (- de - de -). Recuperado el 14 de 11 de 2022, de Construcción Sustentable: <https://csustentable.minvu.gob.cl/>

Construcción Vivienda Sustentable. (s.f.). Recuperado el 14 de 11 de 2022, de <https://csustentable.minvu.gob.cl/>

Construye 2025. (18 de octubre de 2022). Economía Circular en Construcción Recuperación de residuos como recursos para obras viales. Recuperado el 10 de enero de 2023, de Construye 2025: <https://construye2025.cl/2022/10/18/economia-circular-en-construccion-recuperacion-de-residuos-como-recursos-para-obras-viales/>

Construye2025. (2022). Nosotros: Construye2025. Recuperado el 9 de Noviembre de 2022, de Construye2025: <https://construye2025.cl/nosotros/>

Cortés, A. T. (2021). Diseño de un modelo de vivienda sostenible de estrato uno en la ciudad de Bogotá. UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, FACULTAD DE INGENIERÍA. Funza - Cundinamarca, Colombia: -. Recuperado el 24 de 10 de 2022, de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/40279>

DGA. (17 de 09 de 2020). Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Recuperado el 27 de 12 de 2022, de Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas: <https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalladeNoticias.aspx?item=677>

DGA. (2022). Dirección general de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Recuperado el 28 de 12 de 2022, de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursosohidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>

Díaz et al. (2021). Metodología para la reutilización de aguas grises en viviendas ubicadas en áreas de estrés hídrico y estrés hídrico extremo – Caracterización, calidad y opciones de tratamiento para su reúso en Chile. *Informes de la Construcción*, 73(563). doi:<https://doi.org/10.3989/ic.80823>

Díaz, M. A., Decinti, A., Blanco, D., & Vásquez, K. (2021). Metodología para la reutilización de aguas grises en viviendas ubicadas en áreas de estrés hídrico y estrés hídrico extremo - Caracterización, calidad y opciones de tratamiento para su reúso en Chile. *Informes de la Construcción*. 73(563): e408. doi:<https://doi.org/10.3989/ic.80823>

Dubravcic. (2017). Cuantificación del Consumo de Agua en el Proceso Constructivo de Viviendas Unifamiliares Tipo. Estrategias de Minimización. *Actas del 3er Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes*. Recuperado el 13 de 12 de 2022

ECOCONTENEDORES. (s.f.). Estanque Recolector Agua Lluvia. Recuperado el 19 de diciembre de 2022, de ecocontenedores: <https://www.ecocontenedores.cl/ecoestanques/depuradores-de-aguas-lluvias/>

EDGE. (05 de 01 de 2022). EDGE Buildings. Recuperado el 15 de 11 de 2022, de EDGE Buildings: <https://edgebuildings.com/certify/certification/?lang=es>

Espinoza & Portocarrero. (2021). Diseño de una vivienda ecológica multifamiliar con parámetros de sostenibilidad en la ciudad de Lima. Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería. Recuperado el 16 de 12 de 2022

(2013). Estrategia Nacional de Construcción Sustentable. Ministerio de Obras Públicas (MOP); Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu); Ministerio de Energía (Minenergía); Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Chile: -. Recuperado el 04 de 10 de 2022, de https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Estrategia-Construccion-Sustentable_ENERO-2014_VF_Baja.pdf

- Fabiane, D. (2016). Aditivos reductores de agua para concreto premezclado. Construcción y tecnología del concreto, 22-23. Recuperado el 7 de diciembre de 2022, de <http://www.revistacyt.com.mx/pdf/mayo2016/experto.pdf>
- Fanaloza. (s.f.). Preguntas frecuentes. Recuperado el 6 de diciembre de 2022, de Fanaloza: https://www.fanaloza.cl/preguntas_frecuentes/por-que-hay-2-botones-en-mi-inodoro/
- Fanaloza y Briggs. (2019). Catálogo de productos: Línea verde. Recuperado el 7 de diciembre de 2022, de Fanaloza: <https://www.fanaloza.cl/wp-content/uploads/2019/01/catalogo.pdf>
- FLUENCIA. (s.f.). Planta Tratamiento aguas grises - Aquaserve. Recuperado el diciembre de 2022, de <https://www.fluencia.cl/ficha-tecnica-aquaserve>
- Freire. (2017). Evaluación, diseño e implementación de colectores solares para las duchas del edificio R, y reciclaje de aguas jabonosas para el riego de la cancha de fútbol de la sede José Miguel Carrera, UTFSM. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María, INGENIERÍA DE EJECUCIÓN EN MECÁNICA DE PROCESOS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. doi:<http://hdl.handle.net/11673/40033>
- Fundación Conama, Green Building Council España y RCD Asociación. (2018). ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN. Madrid. Recuperado el 10 de enero de 2023, de http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6_final.pdf
- Galdames, D. (21 de Febrero de 2014). Arch daily. Recuperado el 09 de 01 de 2023, de https://www.archdaily.cl/cl/02-338055/primer-lugar-concurso-juan-gunther-en-lima-peru?ad_medium=widget&ad_name=navigation-prev
- Gob.cl. (- de - de -). Plan Sequía. Recuperado el 04 de 11 de 2022, de Plan Sequía: <https://www.gob.cl/plansequia/>
- González, S. (8 de Septiembre de 2021). Publicación Norma UNE-EN 16941-2. Sistemas in situ de agua no potable. Parte 2: "Sistemas para la utilización de Aguas Grises Tratadas". Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de <https://es.linkedin.com/pulse/publicaci%C3%B3n-norma-une-en-16941-2-sistemas-situ-de-agua-gonzalez>
- Gormaz Cuevas, D. F. (2020). Nuevas redes de agua para ciudades con escasez hídrica: Un acercamiento desde la optimización. Universidad de Chile, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, BIOTECNOLOGÍA Y MATERIALES. Santiago: -. Recuperado el 15 de 10 de 2022, de URI: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177025>
- Green Building Council Chile. (N/A de N/A de N/A). Recuperado el 10 de 11 de 2022, de Green Building Council Chile: <https://www.chilegbc.cl/index.php?sec=proyectos-leed>
- Grupo Avintia. (2020). Libro Blanco sobre la Industrialización de la Construcción. España. Recuperado el 9 de Noviembre de 2022, de <https://web.archive.org/web/20211014073618/https://www.grupoavintia.com/wp-content/uploads/2020/12/LIBRO-BLANCO-INDUSTRIALIZACION.pdf>
- Grupo Medioambiental del Sistema de las Naciones Unidas Chile, FAO y PNUMA. (2022). ESCASEZ HÍDRICA. Chile: -. Recuperado el 04 de 11 de 2022, de https://chile.un.org/sites/default/files/2021-03/PB%20Recursos%20H%C3%ADricos_FINAL_17%20de%20marzo.pdf
- Gutiérrez Matamala, M. E. (2021). Enfrentando la crisis hídrica mediante la valorización y tratamiento de aguas residuales con humedales construidos para comunidades rurales de la Región de Ñuble, Chile. Universidad de Concepción, Ingeniería Ambiental. Concepción: -. Recuperado el 04 de 10 de 2022, de <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/9989>
- Guzmán Salas, V. (2022). Estrategia de diseño para el ahorro de recursos hídricos y confort ambiental en zonas de escasez hídrica, caso de estudio Til Til. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos. Santiago: -. Recuperado el 13 de 10 de 2022, de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/64824>
- Hammes, G., Padilha Thives, L., & Ghisi, E. (07 de 04 de 2020). Water end-uses and rainwater harvesting: a case study in Brazil. 17(2), 177-183. doi:10.1080/1573062X.2020.1748663
- Heravi, G., & Abdolvand, M. M. (20 de 08 de 2019). Assessment of water consumption during production of material and construction phases of residential building projects. Sustainable Cities and Society, 51(101785), 11155-4563. Recuperado el 28 de 10 de 2022, de <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101785>
- HIDROSHOP. (s.f.). <https://hidroshop.cl/products/humedad-soil-clik>. Recuperado el 29 de 12 de 2022, de <https://hidroshop.cl/products/humedad-soil-clik>

Hidrotec. (2021). Hidrotec. Recuperado el 27 de 12 de 2022, de <https://www.hidrotec.com/blog/como-detectar-fugas-agua-casa/>

Ibáñez Valenzuela, F. (2018). Análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas del Lean Construction en Chile. Obtenido de <https://repositorio.uchile/handle/2250/168246>

imt. (s.f.). Todo lo que debes saber al momento de escoger una Hidrolavadora. Recuperado el 5 de enero de 2023, de <https://www.imtsa.cl/blog/todo-lo-que-debes-saber-al-momento-de-escoger-una-hidrolavadora/>

Instituto de la Construcción, idiem. (2014). Manual Evaluación y Calificación. Instituto de la Construcción, idiem. Santiago de Chile: -. Recuperado el 17 de 11 de 2022, de https://www.certificacionsustentable.cl/wp-content/uploads/2020/03/27310_Manual1_EvaluacionCalificacion_v1.1_2014.05.28.pdf

InvestChile. (12 de 09 de 2022). Recuperado el 17 de 11 de 2022, de InvestChile: <https://investchile.gob.cl/es/gobierno-lanza-nuevo-plan-para-estimular-la-inversion-en-el-pais/>

IPCC. (2022). ambio Climático 2022: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. -: -. Recuperado el 04 de 11 de 2022

James & Barrios. (2020). Valoración del uso del agua en la isla de San Andrés: turistas, hoteles y viviendas turísticas. Artículo en revista PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural . doi:<https://doi.org/10.25145/j.pasos.2020.18.020>

Jamoussi, B., Abu-Rizaizay, A., & AL-Haij, A. (19 de 08 de 2022). Sustainable Building Standards, Codes and Certification Systems: The Status Quo and Future Directions in Saudi Arabia. (A. Caggiano, Ed.) Buildings and Sustainable Energy Transition, 14(10314), 24. Recuperado el 14 de 11 de 2022, de <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/16/10314/htm>

Jetech. (s.f.). Urinario Eco Zero. Recuperado el 6 de diciembre de 2022, de Jetech: <https://www.jetech.cl/uploads/media/1225.pdf>

Knox, N. (06 de 08 de 2021). U.S. Green Building Council. Recuperado el 15 de 11 de 2022, de U.S. Green Building Council: <https://www.usgbc.org/articles/role-leed-climate-change-mitigation>

KÖMMERLING. (2021). Construcción Industrializada: la guía definitiva. Recuperado el 9 de Noviembre de 2022, de Reto KÖMMERLING: <https://retokommerling.com>

Kowal Cuadra, K. (2021). Diseño de guías con estrategias para la aplicación de economía circular y Lean Construction en proyectos de viviendas industrializadas. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/180559>

Lara Bulnes, S. (2020). Valor de los sistemas de captación de agua lluvia en viviendas urbanas como dispositivo para adaptación para el cambio climático en contexto de sequía, caso de Casablanca, Quinta Región. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos. Santiago: -. Recuperado el 27 de 10 de 2022, de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/60962>

Lean Institute Chile. (17 de Noviembre de 2022). ¿Qué es Lean? Obtenido de Instituto Lean: www.institutolean.cl

Lindelwa Nonjabulo Dlamini, K. Y. (10 de 04 de 2022). Residents and Professionals' Perspectives on Energy and Water Consumption While Transiting from Conventional to Sustainable Housings in South Africa. SUSTAINABILITY, 14(4498), 18. Recuperado el 28 de 10 de 2022, de <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/8/4498>

Llompарт, V. (07 de Julio de 2022). Diario Financiero. Recuperado el 17 de 11 de 2022, de Diario Financiero: <https://www.df.cl/df-lab/sostenibilidad/experto-libanes-afirma-que-chile-lidera-la-inversion-sostenible-en-la>

(2019). Manual de Aplicación de la Certificación Vivienda Sustentable. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Santiago, Chile: MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Recuperado el 10 de 11 de 2022, de <https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2019/11/Manual-Certificaci%C3%B3n-Vivienda-Sustentable-Nov2019.pdf>

Marchi, Antonini & Politi. (2021). Green Building Rating Systems (GBRSs). Encyclopedia. doi:<https://doi.org/10.3390/encyclopedia1040076>

MARQUINA, E. G. (1998). Estudio Diagnóstico sobre las posibilidades del desarrollo de una edificación residencial industrializada dirigida a satisfacer las necesidades de vivienda pública y muy especialmente en alquiler en la comunidad autónoma de Valparaíso. Valparaíso, Chile: -. Recuperado el 26 de 10 de 2022, de https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/industrializacion/es_industri/adjuntos/edifresidindust.pdf

- McCormack, M., Treloar, G. J., Palmowski, L. M., & Crawford, R. H. (01 de 03 de 2007). Modelling direct and indirect water requirements of construction. *Building Research & Information*, 35(2), 153-162. Recuperado el 10 de 11 de 2022, de <https://doi.org/10.1080/09613210601125383>
- Mía, A. (15 de 11 de 2020). Arica Mía. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de <https://www.aricamia.cl/aguas-del-altiplano-llama-a-cuidar-los-medidores-estos-equipos-de-medicion-pueden-ayudar-a-detectar-perdidas-interiores-de-agua-potable/>
- Ministerio de Obras Públicas. (2022). Manual de Manejo de Áreas Verdes Sostenible para Proyectos y Obras Concesionadas. Manual de manejo, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Concesiones, Santiago. Recuperado el 10 de 01 de 2023
- Ministerio de Obras Públicas, M. (15 de 02 de 2018). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN. Recuperado el 19 de 10 de 2022, de BCN: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1115066>
- Ministerio de Salud. (2018). Proyecto de Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises. Obtenido de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/02/Reglamento-Aguas-Grises.pdf>
- Ministerio de Salud. (2020). Extracto introductorio Propuesta Modificación Decreto N° 735, de 1969. Recuperado el Noviembre de 2022, de Extracto introductorio Propuesta Modificación Decreto N° 735, de 1969:
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2018). Estándares de Construcción sustentable para viviendas de Chile. Santiago: División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional. Recuperado el 29 de diciembre de 2022, de <https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/09/ESTANDARES-DE-CONSTRUCCION-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-III-AGUA.pdf>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2018). Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile: Tomo III Agua. Santiago de Chile: División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - Ditec, Minvu. Obtenido de <https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/ESTÁNDARES-DE-CONSTRUCCIÓN-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-III-AGUA.pdf>
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. (2020). Fomento de la reutilización de las aguas residuales – Informe complementario. Madrid. Recuperado el 10 de Noviembre de 2022, de https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/6_ic_reutilizacion_1_tcm30-514162.pdf
- MINVU. (2020). Decreto 10 Modifica Decreto Supremo N° 47, De Vivienda Y Urbanismo, De 1992, Ordenanza General De Urbanismo Y Construcciones. Ordenanza General De Urbanismo Y Construcciones, En Lo Relativo A Establecer Los Trámites Y Requisitos De Los Permisos De Loteo Y Edificación Que Incorporen Sistemas De Reutilización De Aguas Grises. Chile. Recuperado el 18 de Noviembre de 2022, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1153728>
- MINVU. (2021). Mercado Público: Licitación ID: 587-7-LE21. Recuperado el 18 de Noviembre de 2022, de <https://www.mercadopublico.cl/Procurement/Modules/RFB/DetailsAcquisition.aspx?qs=i7AR8r3sA8eU+P8DvNF5yg==>
- MINVU. (s.f.). Certificación de Vivienda Sustentable. Recuperado el 29 de 12 de 2022, de <https://cvschile.cl/#/home>
- Molina et al. (2018). Consumo sustentable de agua en viviendas de la ciudad de Cuenca. *INGENIUS Revista de Ciencia y Tecnología*. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n20.2018.03>
- Morales, P. (2022 de 05 de 2022). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado el 25 de 10 de 2022, de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33242/1/El_sistema_de_tratamiento_de_aguas_grises_en_Singapur.pdf
- Moya, et al. (2022). Diseño de Hormigón Permeable para el Aprovechamiento de Agua Lluvia en Superficies de Uso Peatonal. *Global Journal of Researches in Engineering*. Recuperado el 20 de 12 de 2022
- Muñoz, J. C., Cano, C. F., Cifuentes, V. C., & Agudelo, O. A. (2021). Prototipo De Vivienda Modular Sostenible Para Leticia Amazonas. Universidad Católica De Pereira, Facultad De Arquitectura Y Diseño. Pereira: Universidad Católica De Pereira. Recuperado el 12 de 11 de 2022, de <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/9423/1/DDMARQ364.pdf>
- Nazer, A., Pavez, O., Zúñiga, B., & González, L. (04 de 06 de 2018). Determinación del consumo de agua potable durante la construcción de viviendas en una zona semi desértica de Chile. *Revista MAteria*, 23(3), 10. Recuperado el 03 de 11 de 2022, de <https://www.scielo.br/j/rmat/a/8K7mKdqvpvY8hKSc5dBnWNB/?format=pdf&lang=es>
- Netafim. (s.f.). Netafim. Recuperado el 28 de 12 de 2022, de https://www.netafim.cl/Riego_por_goteo/

NIBSA. (s.f.). NIBSA. Recuperado el 7 de diciembre de 2022, de <https://www.nibsa.com/aireadores>

Novagric. (s.f.). Novagric. Recuperado el 28 de 12 de 2022, de <https://www.novagric.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-goteo>

NRMCA. (2020). Concreto Permeable. (N. R. Association, Ed.) El Concreto en la Práctica ¿Qué, Por qué y cómo?, CIP 38. Recuperado el 10 de 01 de 2023

Obrecht, T., Kunič, R., Jordan, S., & Legat, A. (2019). Roles of the reference service life (RSL) of buildings and the RSL of building components in the environmental impacts of buildings. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 323(1), pp. 012146. Recuperado el 15 de 11 de 2022, de <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019E%26ES..323a2146P/abstract>

OMM. (s.f.). Organización Meteorológica Mundial. Obtenido de <https://cloudatlas.wmo.int/es/fog.html>

Opazo. (18 de 06 de 2022). elciudadano.com. Recuperado el 17 de 11 de 2022, de elciudadano.com: <https://www.elciudadano.com/chile/dia-mundial-contra-la-desertificacion-y-la-sequia-comunidades-golpeadas-por-la-crisis-hidrica-levantaron-la-voz-con-canto-del-agua/06/17/>

Paola Molina. (21 de 09 de 2018). Certificación Edificio Sustentable. Recuperado el 16 de 11 de 2022, de Certificación Edificio Sustentable: <https://www.certificacionsustentable.cl/acciones-concretas-para-una-edificacion-de-calidad/>

Polpaico. (2021). Manual del Constructor. Recuperado el 9 de enero de 2023, de https://www.polpaico.cl/wp-content/uploads/Manual_del_Constructor_version_A_25_ago_2021.pdf

Polpaico. (s.f.). Ficha protección y curado del hormigón. Recuperado el 5 de enero de 2023, de <http://www.polpaico.cl/wp-content/uploads/FICHA-PROTECCI%C3%93N-Y-CURADO-DEL-HORMIGON.pdf>

Preservar. (17 de marzo de 2021). Edificio chileno compite en los premios BREEAM 2021. Recuperado el 9 de enero de 2023, de Preservar: <https://www.preservar.cl/edificio-chileno-compite-en-los-premios-breeam-2021/>

Rivera Álvarez, C. (2020). Atrapanieblas como infraestructura configuradora de barrios: Un modelo sociotécnico de vivienda para Alto Hospicio. Pontificia Universidad Católica De Chile, Facultad De Arquitectura, Diseño Y Estudios Urbanos. Santiago: -. Recuperado el 24 de 10 de 2022, de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/29281>

Rodas Caranguay, B. (2021). Metodologías Lean Construction y Green Building sus principales características e importancia de aplicación en el sector de la construcción en Colombia. Tesis de Investigación, Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de estudios a distancia, Colombia. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de <http://hdl.handle.net/10654/38550>

Ruiz, J. (04 de 11 de 2021). MANNI GROUP BUILDING FUTURE. Recuperado el 16 de 11 de 2022, de Bregroup: <https://blog.mannigroup.com/es-es/certificaciones-de-sostenibilidad-para-edificaciones>

Saavedra Huenumilla, V. A. (2017). Prefactibilidad técnica y económica de una empresa dedicada a la implementación de sistemas de reutilización de aguas grises en viviendas. Universidad Andrés Bello, Escuela de Obras Civiles. Santiago: -. Recuperado el 11 de 10 de 2022, de <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/5018>

Saavedra, A. (2019). Residuos de construcción y demolición (RCD). la importancia de una buena gestión. Revista BIT, 22-30.

Saavedra, A. (11 de julio de 2022). Sequía y uso del agua: Un problema de todos. Recuperado el 10 de enero de 2023, de CDT: <https://www.cdt.cl/sequia-y-uso-del-agua-un-problema-de-todos/>

Sahu, V., & Kumar, P. (07 de 09 de 2022). Potential use of treated sewage in concrete to meet water crises. ICE Publishing:(2100044), 12. Recuperado el 24 de 10 de 2022, de <https://doi.org/10.1680/jwarm.21.00044>

Sánchez, J. F. (2021). Diseño de modelo de viviendas sostenibles tipo (VIS) para el municipio de Castilla la Nueva, Meta. Universidad EAN, Maestría en Proyectos de Desarrollo Sostenible. Ilo Sostenible: Universidad EAN. Recuperado el 13 de 11 de 2022, de <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/11226/OrduzJuan2021.pdf?sequence=2>

SEALING RC. (2021). UN NUEVO ESTÁNDAR EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.

Sernac. (s.f.). Recuperado el 29 de 12 de 2022, de <https://www.sernac.cl/portal/607/w3-article-1576.html>

Shahidan et al. (2016). Properties of Concrete Mixes with Carwash Wastewater. Artículo en revista MATEC Web of Conferences . Web of Conferences, 87(01018). doi:<https://doi.org/10.1051/mateconf/20178701018>

Sika Chile. (s.f.). Tecnología de hormigón para RMC. Recuperado el 7 de diciembre de 2022, de Sika Chile: <https://chl.sika.com/es/construccion/tecnologia-de-hormigon/tecnologia-hormigonpararmc.html#>

SIKA S.A.U. (s.f.). HORMIGÓN SOLUCIONES SOSTENIBLES MÁS VALOR MENOS IMPACTO. MADRID. Recuperado el 1 de diciembre de 2022, de <https://esp.sika.com/dms/getdocument.get/01480671-6c80-385b-af0d-e1c31e2ab39e/Construcciones%20Sostenibles%20de%20hormigon.pdf>

stretto. (s.f.). Aireador Grifería Cocina con Sensor. Recuperado el 6 de diciembre de 2022, de Stretto Chile: <https://www.stretto.cl/collections/griferias-de-cocina/products/aireador-griferia-cocina-con-sensor>

stretto. (s.f.). Tecnologías y atributos: Eficiencia Hídrica. Recuperado el 6 de diciembre de 2022, de Stretto Chile: <https://www.stretto.cl/pages/tecnologias-y-atributos>

Tebar, D. G. (1982). Aditivos para hormigones, morteros y pastas: Generalidades, clasificación y definiciones. Informes de la construcción, 34(340). doi:<https://doi.org/10.3989/ic.1982.v34.i340>

Theo Pouw Groep. (s.f.). Construction and demolition debris. Recuperado el 10 de enero de 2023, de Theo Pouw: <https://www.theopouw.nl/en/services/construction-and-demolition-debris/>

Toxement. (2020). Toxement. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de https://www.toxement.com.co/media/4333/concreto_poroso-comprimido.pdf

UNESCO ONU-Agua. (2020). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático. París.

Urbanismo, M. d. (s.f.). <https://cvschile.cl/#/home>. Recuperado el 2022 de 12 de 29, de <https://cvschile.cl/#/home>

Urqueta Herrera, O. (2019). Parque de remediación ambiental Oasis de Copiapó : propuesta habitacional y productiva en los vacíos degradados del pueblo de San Fernando. Univerdidad de Chile, Facultad de Arquitectura. Santiago: -. Recuperado el 12 de 10 de 2022, de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176768>

USGBC. (- de - de -). Recuperado el 15 de 11 de 2022, de USGBC: <https://www.usgbc.org/leed>

USGBC, LEED v4. (- de - de -). Recuperado el 16 de 11 de 2022, de USGBC: <https://www.usgbc.org/guide/bdc#we-overview>

Valencia, P. (05 de 05 de 2021). Instituto de la Construcción. Recuperado el 04 de 10 de 2022, de Instituto de la Construcción: <https://www.iconstruccion.cl/opinion/plan-nacional-de-construccion-sustentable-como-transformamos-ideas-en-acciones/>

Villacis Ormaza, R., & Minda Mena, J. (2022). Diseño de un edificio de vivienda con la aplicación de sistemas de eficiencia hídrica en Lumbisí, Quito. DSpace Universidad Indoamerica, Facultad de Arquitectura, Artes y Diseño. QUITO: Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica. Recuperado el 28 de 10 de 2022, de <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/3748>

Wang & Sinha. (2021). Life Cycle Assessment of different prefabricated rates for building construction. Buildings . doi:<https://doi.org/10.3390/WELL>

WELL. (- de - de 2022). wellcertified. Recuperado el 16 de 11 de 2022, de wellcertified: <https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/overview>

Zielinski, S., García Collante, M., & Vega Paternin, J. (2012). echos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero. (U. N. Colombia, Ed.) Gestión y Ambiente, 15(1), 91-104. Recuperado el 10 de 01 de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169424101008.pdf>

ANEXO 1:



7. ANEXOS.

ANEXO 1.

A continuación, se presenta la encuesta aplicada a socios y no socios de la Cámara Chilena de la Construcción utilizada en el levantamiento de información requerido para el desarrollo del presente Estudio



"Estudio Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción"

El "Estudio de Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción", requerido por las CChC de las regiones de Valparaíso y Libertador Bernardo O'Higgins y desarrollado en colaboración con la empresa consultora ambiental Greening SpA., tiene como finalidad generar el estado del arte del uso del agua en el ciclo de vida de proyectos de construcción. Además de identificar tecnologías, materialidades y buenas prácticas para gestionar un uso eficiente del agua en las distintas etapas del proyecto.

OBJETIVO ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

La presente encuesta de percepción tiene como objetivo levantar la visión y el conocimiento de los socios de la CChC, tanto de la vinculación de la sostenibilidad y la gestión del agua en el rubro de la construcción de viviendas, como las tendencias, las iniciativas nacionales, los contactos especialistas y beneficios e incentivos necesarios, para una mejor gestión hídrica en este ámbito en el futuro.

Esta información será la base para el desarrollo de propuestas y proyectos que involucren a las empresas socias de la Cámara Chilena de la Construcción.

Ante cualquier duda o consulta, comunicarse con lcalcagno@greening-rca.cl, o al +569 68620950.

DATOS DE CONTACTO

A continuación se solicitan datos de contacto para registro de respuestas.

1. Indique NOMBRE DE PERSONA

2. Indique NOMBRE DE EMPRESA y CARGO que desempeña en ella.

Si usted es socio persona, debe escribir "socio persona"

3. Correo electrónico

4. Indique tipo de empresa o actividad

- ☐ Constructora
- ☐ Inmobiliaria
- ☐ Proveedor
- ☐ Especialidad
- ☐ Industrial
- ☐ Oficina de proyectos (Arquitectura, Cálculo, etc.)
- ☐ Otras

5. Seleccione la Oficina Regional de la que es socio de la CChC

- | | |
|--|---------------------------------------|
| ☐ Arica | ☐ Chillán |
| ☐ Iquique | ☐ Concepción |
| ☐ Calama | ☐ Los Ángeles |
| ☐ Antofagasta | ☐ Temuco |
| ☐ Copiapó | ☐ Valdivia |
| ☐ La Serena | ☐ Osorno |
| ☐ Valparaíso | ☐ Puerto Montt |
| ☐ Metropolitana | ☐ Coyhaique |
| ☐ Rancagua | ☐ Punta Arenas |
| ☐ Talca | ☐ No Socio |

6. Seleccione Grupo al que pertenece en la CChC

Selecciona la respuesta

- ☐ Grupo Innovación Inmobiliaria
- ☐ Grupo Técnico
- ☐ Ninguno de los anteriores

VISIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL AGUA

7. ¿Qué tan importante es para usted la Sostenibilidad del agua a nivel global y en Chile?

- ☐ No es importante
- ☐ Poco importante
- ☐ Moderadamente importante
- ☐ Importante
- ☐ Muy importante

8. ¿En que medida cree usted que el desarrollo iniciativas de sostenibilidad hídrica han incrementado?

- ☐ No han incrementado
- ☐ Han incrementado poco
- ☐ Neutral
- ☐ Han incrementado mucho
- ☐ Han incrementado demasiado
- ☐ No sabe

9. ¿Qué tan relevante le parece la problemática de la gestión del agua en Chile?

- ☐ No es relevante
- ☐ Poco relevante
- ☐ Moderadamente relevante
- ☐ Relevante
- ☐ Muy relevante

INICIATIVAS NACIONALES PARA USO EFICIENTE DEL AGUA

A continuación, se busca identificar iniciativas nacionales de eficiencia hídrica (aguas grises, humedales, áreas verdes eficientes, etc.) en la construcción de distintos tipos de viviendas (viviendas en extensión, viviendas en altura y/o áreas verdes), considerando las etapas: Diseño, Construcción, Puesta en Marcha y Operación (uso del bien).

10. ¿Conoce iniciativas nacionales de eficiencia hídrica en la construcción de viviendas?

Ejemplos: almacenamiento de aguas lluvias, reutilización de aguas grises, hidratación de hormigones, etc

☐ Sí

☐ No

TECNOLOGÍA, MATERIALES Y BUENAS PRÁCTICAS PARA USO EFICIENTE DEL AGUA

11. ¿Conoce proveedores nacionales de tecnología o materiales que contribuyan a la eficiencia hídrica?

Ejemplo: grifería eficiente, WC eficientes, plantas de tratamiento, filtros, sensores, etc.

☐ Sí

☐ No

12. ¿Qué tecnologías o materialidades que contribuyan a la eficiencia hídrica conoce?

Artefactos eficientes (duchas, grifos, WC, etc)

☐ Plantas de tratamiento

☐ Paneles prefabricados

☐ Sensores

☐ Lean ambiental

☐ Materiales de tuberías

☐ Otras

13. De las alternativas seleccionadas, si conoce algún proveedor que implemente estas tecnologías y/o materiales, indique su nombre.

Escriba su respuesta

14. ¿Qué buenas prácticas para el uso eficiente del agua en la construcción conoce?

- ☐ Reparación de fugas
- ☐ Talleres a la comunidad
- ☐ Uso de artefactos eficientes
- ☐ Ninguna
- ☐ Otras

BARRERAS E INCENTIVOS

15. ¿En qué ámbitos considera que hay barreras a superar a nivel nacional en la gestión del agua en el rubro de la construcción de viviendas?

- ☐ No hay barreras
- ☐ Hay barreras tecnológicas
- ☐ Hay barreras económicas
- ☐ Hay barreras normativas
- ☐ Otras

16. ¿Considera que hay beneficios e incentivos suficientes para una mejor gestión hídrica en este ámbito en el futuro?

- ☐ Sí, ya existen los incentivos suficientes
- ☐ No, hacen falta más incentivos
- ☐ No sabe
- ☐ Otras

ANEXO 2: ENCUESTA EN SALAS DE VENTA



ANEXO 2.

A continuación se expone la encuesta aplicada en las Salas de Ventas la cual estaba dirigida a personas en proceso de adquisición de un inmueble, con la finalidad de levantar la visión de las personas ante la sostenibilidad hídrica y la gestión del agua en viviendas.



"Uso del Agua en Proyectos de Construcción"

El "Estudio de Estado del Arte del Uso del Agua en Proyectos de la Industria de la Construcción", requerido por las CChC de las regiones de Valparaíso y Libertador Bernardo O'Higgins y desarrollado en colaboración con la empresa consultora ambiental Greening SpA., tiene como finalidad generar el estado del arte del uso del agua en el ciclo de vida de proyectos de construcción.

OBJETIVO ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

La presente encuesta de percepción tiene como objetivo levantar la visión de personas que se encuentran adquiriendo un inmueble, respecto a la sostenibilidad hídrica y la gestión del agua en las viviendas, para una mejor gestión hídrica en este ámbito en el futuro.

Ante cualquier duda o consulta, comunicarse con lcalcagno@greening-rca.cl, o al +569 68620950.

DATOS DE CONTACTO

A continuación se solicitan datos de contacto para registro de respuestas.

1. Indique NOMBRE Y APELLIDO

2. Indique comuna de residencia

3. Indique TELÉFONO de Contacto

4. Correo electrónico

VISIÓN SOBRE LA SOSTENIBILIDAD HÍDRICA

5. ¿Qué tan importante es para usted la Sostenibilidad del agua a nivel global y en Chile?

- ☐ No es importante
- ☐ Poco importante
- ☐ Moderadamente importante
- ☐ Importante
- ☐ Muy importante

6. ¿Qué tan relevante le parece la problemática de la gestión del agua en su Región?

- ☐ No es relevante
- ☐ Poco relevante
- ☐ Moderadamente relevante
- ☐ Relevante
- ☐ Muy relevante

VISIÓN SOBRE LA SOSTENIBILIDAD HÍDRICA

7. ¿Qué tan importante es para usted que su futura vivienda tenga un uso eficiente del agua?

- ☐ No es importante
- ☐ Poco importante
- ☐ Moderadamente importante
- ☐ Importante
- ☐ Muy importante

8. ¿Cuáles medidas de eficiencia hídrica le gustaría que tuviera su futura vivienda?

Seleccione alternativas

- ☐ Reutilización de aguas
- ☐ Almacenamiento de agua lluvia
- ☐ Artefactos eficientes (duchas, grifos, WC, etc.)
- ☐ Uso de vegetación nativa en áreas verdes
- ☐ Otras

ANEXO 3: ENTREVISTAS



ANEXO 3.

A continuación, se presenta el formato de presentación utilizado para la aplicación de entrevistas a actores relevantes para el desarrollo del Estudio.

ESTUDIO DE ESTADO DEL ARTE DEL USO DEL AGUA EN PROYECTOS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

ENTREVISTA A ACTORES DE INTERÉS

OCTUBRE, 2022

Ing. Eusebio Celis Arriagada
Ing. Jefe de Proyectos
luciano@greening-ria.cl
Greening SpA

OBJETIVO

Generar el estado del arte del uso del agua en el ciclo de vida de proyectos de construcción e identificar las partidas críticas de este ciclo. Además de identificar tecnologías, materialidades y buenas prácticas para gestionar un uso eficiente del agua en las distintas etapas del proyecto.

Esto servirá como información para, que el OT Gestión del Agua, posteriormente pueda generar propuestas de acción de reutilización y/o reducción del consumo del agua, que sean aplicables en proyectos de empresas socias de la Cámara Chilena de la Construcción

- 1- Estado del Arte del Uso del Agua Sostenible en Proyectos de Construcción
- 2- Identificar Partidas Críticas en el Ciclo Constructivo
- 3- Identificar Tecnologías, Materialidades y Buenas Prácticas

ETAPA 1: RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

Se buscará generar la mayor cobertura de conocimientos, experiencia y visiones sobre el uso sostenible del agua en el sector de la construcción.

Contatos vinculados a proyectos de interés:

- ✓ Socios
- ✓ Proveedores de servicios
- ✓ Proveedores de tecnología
- ✓ Actores relevantes
- ✓ etc.

IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN HÍDRICA

PREGUNTAS

1. ¿Cuál es su percepción respecto de la sostenibilidad del agua a nivel global y en Chile?
2. ¿Cree ud. que esta siendo considerada la sostenibilidad hídrica en el rubro de la construcción?, si la respuesta es positiva, ¿De qué manera está siendo considerada?
3. ¿Qué actividades está realizando actualmente su empresa/organización en el ámbito del uso eficiente del agua?
4. ¿Cuál es su alcance de acción en materia de sostenibilidad hídrica en la construcción y cómo puede aportar al desarrollo de iniciativas/tecnologías/materiales en el rubro?
5. En su opinión, ¿Cuál es la etapa más crítica del uso del agua en los proyectos de construcción? Considerando como etapas: Diseño, construcción, puesta en marcha y operación.
6. Conversemos sobre barreras e Incentivos.

ESTUDIO DE ESTADO DEL ARTE DEL USO DEL AGUA EN PROYECTOS DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

OCTUBRE, 2022

ANEXO 4: FICHAS TÉCNICAS



ANEXO 4. FICHAS TÉCNICAS

A continuación, se presentan las fichas técnicas relacionadas con las iniciativas identificadas a partir del levantamiento de información, clasificadas según tecnología, materialidad y buena práctica.

ANEXO 4.1. TECNOLOGÍAS

Para efecto de este estudio se entenderá por iniciativas de tipo tecnologías a aquellas que sean consideradas como avances en las mejoras de eficiencia hídrica, a través de artefactos, equipos o sistemas que permite disminuir el consumo hídrico.

En cuanto a su composición, cada ficha se encuentra conformada por la descripción de las iniciativas, algunas características varias, su planificación y aplicación dentro del ciclo constructivo, es decir, Diseño (D), Construcción (C), Puesta en Marcha (PM) y Operación (O), además de su aplicación según tipo de proyecto, las cuales se clasifican en Vivienda en Extensión (VE), Vivienda en Altura (VA) y Áreas Verdes (AV). Por otra parte, existen iniciativas que son transversales, independiente del tipo de proyecto, para lo cual se identificó como una T. Por otra parte, dentro del título de cada ficha se identifica el código "T", correspondiente a la palabra "Tecnología", y complementado del número de la ficha, con la finalidad de facilitar su identificación, "T-Nº"

T-01: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE FILTRACIÓN POR MEMBRANAS BIOLÓGICAS PARA REUTILIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de www.fluencia.cl

DESCRIPCIÓN

Las aguas grises provenientes de duchas y bañeras se pueden utilizar para el riego de jardines, áreas verdes y limpieza de zonas exteriores, la cual permite un ahorro entre un 30 y un 40%, a través de sistemas de reutilización y tratamiento de filtración por membranas biológicas para separar sólidos suspendidos, materia orgánica, geles, shampoo, etc. (FLUENCIA, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – C – O

TIPO PROYECTO

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Al utilizar una membrana de 40 nanómetros, le otorga un rendimiento del 99,9% de eliminación de E. coli y huevos de nemátodos.

T-02: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES PARA RIEGO – FILTRO ACOLCHADO

DESCRIPCIÓN



El sistema de acolchado consiste en dirigir el agua gris hacia zanjaz rellenas de un acolchado, compuesto normalmente de corteza de árbol triturada, paja u hojas, que se encarga de tratar las aguas y de paso aumentar la riqueza del suelo al seguir un proceso de compostaje.

Por consiguiente, el concepto clave en este tipo de sistemas es separar sucesivamente el flujo principal para que solo una porción llegue a cada árbol o planta. De esta forma, las plantas solo reciben la cantidad de agua que necesitan (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

● Imagen referencial obtenida de Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018.

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - O

TIPO DE VIVIENDA

VE – VA – AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Contribuye a retener la humedad del suelo (reduciendo significativamente la evaporación).
- Distribuye de manera uniforme el agua (mediante capilaridad).
- Si es necesario, se puede considerar dentro del diseño la utilización de estaque de acumulación de las aguas grises.
- Permite una aeración adecuada del suelo al contar con muchos espacios libres, y evita la proliferación de malas hierbas.

T-03: SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS CON LOMBRIFILTRO O SISTEMA TOHÁ PARA REUTILIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de gemat.cl

DESCRIPCIÓN

Es un sistema de tratamiento biológico para aguas servidas o negras que contiene lombrices y está conformado por cuatro capas, la superior tiene material orgánico con gran número de microorganismos y lombrices que digieren la materia orgánica. Luego hay una capa de aserrín para filtración, una capa de piedras pequeñas y por último una capa con piedras de mayor tamaño (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - O

TIPO PROYECTO

VE

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Se pueden presentar problemas por el encharcamiento de agua la superficie.
- La implementación del sistema debe contar de forma previa con una evaluación técnica, ya que se debe considerar entre otras cosas el tipo de agua a tratar, así como el uso del agua tratada.

T-04: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES - HUMEDAL CONSTRUIDO PARA REUTILIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de www.eula.cl

DESCRIPCIÓN

Los humedales construidos son tecnologías no convencionales que, al emular y controlar los fenómenos que ocurren espontáneamente en la naturaleza, pueden depurar aguas servidas domésticas e industriales. Esta tecnología emergente puede reducir el contenido de materia orgánica, nutrientes (nitrógeno y fósforo) y sustancias tóxicas presentes en las aguas residuales, mediante las interacciones físicas, químicas y biológicas de sus componentes (agua, vegetación, suelo y microorganismos).

Se han desarrollado distintos tipos de humedales construidos, clasificándose en humedales de flujo superficial y subsuperficial, dividiéndose en relación a la dirección del flujo, es decir, horizontal o vertical. De la misma forma, estos sistemas se han combinado, desarrollándose los sistemas híbridos.

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - O

TIPO PROYECTO

VE

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- La implementación del sistema debe contar de forma previa con una evaluación técnica, ya que se debe considerar entre otras cosas el tipo de agua a tratar, así como el uso del agua tratada.

T-05: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS CON BIOFILTROS PARA REUTILIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de Yaku

DESCRIPCIÓN

Es un tratamiento biológico para aguas servidas, negras o grises que se realiza en estanques con medios de soporte de plástico o roca por donde fluye el afluente verticalmente. En el fondo el afluente es recogido con la biomasa en exceso para pasar a sedimentación secundaria (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – C – O

TIPO PROYECTO

VE – VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Estabilidad ante variaciones de carga y concentración, en el afluente.
- Bajos costos de operación y mantenimiento comparados con otros procesos del tipo convencional.
- La implementación del sistema debe contar de forma previa con una evaluación técnica, ya que se debe considerar entre otras cosas el tipo de agua a tratar, así como el uso del agua tratada.

T-06: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS CON LODOS ACTIVADOS PARA REUTILIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de gemat.cl

DESCRIPCIÓN

Es un sistema de tratamiento biológico para aguas servidas o negras que mantiene la agitación del lodo activado con población de microorganismos en un estanque, para luego dirigir el flujo a un estanque de sedimentación, desde aquí una parte es devuelta al tratamiento biológico y otra se purga como exceso (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – C – O

TIPO PROYECTO

VE

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Tiene variantes del proceso como, por ejemplo, mezcla completa, aireación prolongada, aireación de alta carga, sistema de oxígeno puro, reactor discontinuo secuencial y zanjas de oxidación.
- Los parámetros de diseño de un sistema de lodos activados son el tiempo de retención hidráulico, la edad del lodo y la relación de alimento/microorganismos.
- Eficiencia en la remoción de la carga orgánica más alta que en otros procesos convencionales, alcanzando valores superiores a 90%.
- Necesidad de control permanente, tanto operativo como de análisis de laboratorio.
- Altos costos de operación asociados fundamentalmente a los requerimientos de aireación, que se proveen en forma mecanizada.
- Bajo abatimiento bacteriológico, por lo que se necesita efectuar desinfección final del efluente.
- La implementación del sistema debe contar de forma previa con una evaluación técnica, ya que se debe considerar entre otras cosas el tipo de agua a tratar, así como el uso del agua tratada.

T-07: SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS CON LECHOS BACTERIANOS PARA REUTILIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de ecodena.com

DESCRIPCIÓN

Es un sistema de tratamiento biológico de aguas servidas o negras con lechos bacterianos, donde el agua residual se hace circular por un medio poroso y aire, este último puede circular de forma natural o forzada (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – C – O

TIPO PROYECTO

VE

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No necesitan muros impermeables que encarezcan la construcción.
- Se pueden presentar problemas por pérdida brusca de la película biológica, el encharcamiento de la superficie del lecho, presencia de moscas y los olores.
- La implementación del sistema debe contar de forma previa con una evaluación técnica, ya que se debe considerar entre otras cosas el tipo de agua a tratar, así como el uso del agua tratada.

T-08: RIEGO CON SENSORES DE HUMEDAD Y CONTROLADORES



DESCRIPCIÓN

Los sistemas de riego automático permiten también la instalación de sensores de humedad. Estos están compuestos por una sonda que se coloca en el área donde se requiere controlar la humedad, un módulo electrónico que se comunica con la sonda y el programador. Cuando la sonda detecta que el suelo ha alcanzado el nivel de humedad deseado se detendrá el riego, evitando malgastar el agua (HIDROSHOP, s.f.).

● Imagen referencial obtenida de <https://hidroshop.cl/products/humedad-soil-clik/>

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - O

TIPO PROYECTO

VE – VA - AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

T-09: RIEGO POR GOTEO



● Imagen referencial obtenida de novagric.com

DESCRIPCIÓN

El riego por goteo se puede definir como un riego localizado. Es un método de irrigación que permite una óptima aplicación de agua, la que se infiltra en el suelo irrigado directamente la zona de influencia radicular a través de un sistema de tuberías y emisiones. (Novagric, s.f.).

Además, es un método eficiente, presentando un 95-100% de eficiencia en el uso de agua (Netafim, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - O

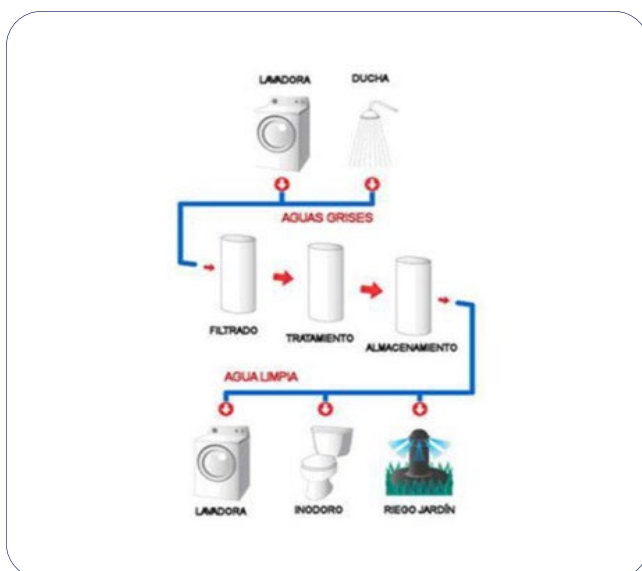
TIPO PROYECTO

VE - VA - AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Reduce de manera importante la evaporación del agua en el suelo.
- Tiene una adaptación más fácil en terrenos irregulares o con fuertes pendientes.

T-10: REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES PARA LAVADO Y RELLENO DE INODOROS



● Imagen referencial obtenida de Saavedra, 2017.

DESCRIPCIÓN

La reutilización de las aguas grises dentro de la vivienda para el lavado y relleno de inodoro trae beneficio no solo a la vivienda, sino también al sistema de alcantarillado, dado que el volumen total de aguas residuales disminuye en gran medida, lo que reduce los costos de recolección y tratamiento (Lara Bulnes, 2020).

Uno de los sistemas que se utiliza consiste básicamente en almacenar las aguas provenientes del lavamanos, lavadero, lavadora de la casa, y acumularlas en un estanque para luego ser filtradas por medio de membranas biológicas, separando sólidos suspendidos, materia orgánica, jabones y detergente, principalmente. Posteriormente, el agua es impulsada para alimentar un sistema de regadío, colocado para regar áreas verdes y también por medio del sistema esta agua llega al estanque del WC (Saavedra Huenumilla, 2017).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- El baño puede concentrar entre un 50% hasta 70% de la demanda total de agua de una vivienda, por lo cual, es posible reducir sobre un 50% el uso total de agua potable.
- La estrategia más favorable en casos de viviendas unifamiliares son los sistemas híbridos de captación de agua lluvia y reciclaje de aguas grises. Esto se debe a que el agua lluvia captada aumenta la oferta de agua y reemplaza el uso de agua potable en déficit, volviendo más eficiente el ciclo del agua dentro de la vivienda.
- Las aguas grises pueden ser almacenadas solo una cantidad de tiempo limitada, ya que estas pueden producir fermentaciones y generar malos olores, si se utiliza el filtrado por medio de membranas biológicas.
- Por otra parte, se debe tener en consideración que las aguas grises pueden ser utilizadas en riego subsuperficial y superficial, evitando dispersión aérea del agua de riego.

T-11: RECOLECCIÓN DE AGUA MEDIANTE ATRAPANIEBLAS PARA RIEGO



DESCRIPCIÓN

Según la organización meteorológica mundial, la niebla corresponde a un fenómeno atmosférico donde se genera una suspensión de gotas de agua microscópicas que reducen la visibilidad en la superficie de la tierra (OMM, s.f.).

Los atrapanieblas son infraestructura que permiten capturar estas pequeñas partículas de agua a través de una superficie porosa o malla la cual retiene el agua que se conecta a un colector para luego llenar estanques de almacenamiento y así finalmente distribuir el agua almacenada (Rivera Álvarez, 2020).

Dependiendo de la variable climática puede capturar desde 3 litros por metro cuadrado de malla al día (Céspedes Sandoval, 2017)

● Imagen referencial obtenida de archdaily.cl ● Imagen referencial obtenida de pág. 79 (Rivera Álvarez, 2020)

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - O

TIPO PROYECTO

VE - VA - AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Se recomienda complementar con riego por goteo.
- Se encuentra condicionado a la generación de niebla en la zona de aplicación.
- Un atrapanieblas de tamaño promedio (40 metros cuadrados) cuesta entre US\$1.000 y US\$1.500, dependiendo del material (Abreu & Silva, 2015).

T-12: RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN TECHUMBRE PARA RIEGO



● Imagen referencial obtenida de www.ecocontenedores.cl

DESCRIPCIÓN

Los depósitos de aguas lluvias o pluviales para riego y otras aplicaciones, consiste en equipos diseñados para la recolección y reutilización de aguas pluviales, al conducirlos a través de canalizaciones de los techados y terrazas hasta el estanque de acumulación para su posterior uso (ECOCONTENEDORES, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

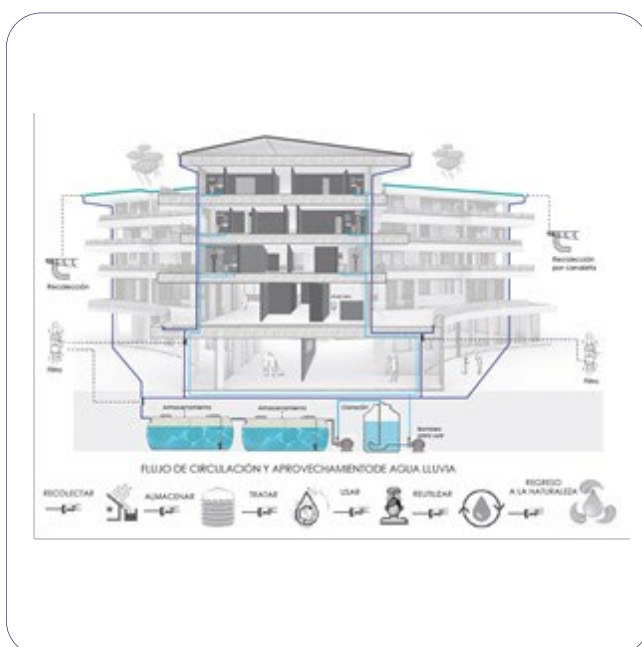
TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Estas canaletas cuentan con una pendiente para direccionar el agua.
- Esta tecnología no puede suministrar agua cuando existe sequía en la zona (Cisneros Valdez, s.f.).

T-13: RECOLECCIÓN DE AGUAS LLUVIAS PARA LAVADO Y RELLENO DE INODOROS



● Imagen referencial obtenida de Minda, 2022.

DESCRIPCIÓN

El aprovechamiento del agua lluvia recogida de los techos, es una de las fuentes de agua alternativa más popular en la actualidad. Tiene como objetivo utilizar el agua en actividades que no requieren agua potable, como los inodoros, el lavado de ropa y muchas otras actividades de limpieza (Hammes, Padilha Thives, & Ghisi, 2020).

El agua lluvia capturada (techos, terrazas, etc.), es almacenada y tratada previo a su utilización (Minda, 2022). Existen diferentes tratamientos que permiten la depuración del agua, destacando los tratamientos físicos (decantación/des-jabonado más filtración), que se llevan a cabo mediante unos filtros que impiden el paso de partículas sólidas, junto a una desinfección que deja el agua en condiciones para ser reutilizada, y los tratamientos químicos, que mediante la cloración del agua, con hipoclorito sódico con un dosificador automático, o por luz ultravioleta (UV) u otro, permiten la depuración de esta (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Disminuye el uso de la energía y reduce las emisiones de carbono.
- Es más económico y de bajo mantenimiento.
- Permite tener un respaldo de agua en casos de discontinuidad del suministro de agua por períodos más prolongados y eventos extremos.

T-14: DESALINIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de www.aquavant.cl

DESCRIPCIÓN

La desalinización (o desalación) es un proceso fisicoquímico mediante el cual se extrae la sal del agua de mar o salobre para volverla apta para el consumo o uso en industrias. Existen 2 tipos de tecnologías para realizar este proceso las que corresponden a desalinización térmica y ósmosis inversa (Asociación Chilena de Desalinización A.G., s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - O

TIPO PROYECTO

VE - VA - AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Las plantas desalinizadoras pueden generar agua de forma segura y constante, no obstante, la factibilidad de obtener el recurso es complejo.
- Actualmente no existe regulación lo que ha provocado un desarrollo sectorial, disgregado y no sistematizado.
- Los plazos para desarrollar este tipo de proyectos por lo general son altos.
- A la fecha existen más de 20 plantas desalinizadoras, ubicadas entre las regiones de Tarapacá y Valparaíso, de estas un 75% se utiliza principalmente en la minería.

T-15: DESCARGA SANITARIA DIFERENCIADA PARA AGUAS GRISES Y NEGRAS



● Imagen referencial obtenida de Fundación Un Alto en el Desierto

DESCRIPCIÓN

Consiste en mantener los flujos de aguas residuales separados desde que son generadas por el usuario hasta su tratamiento, lo que frecuentemente es una manera rentable de recuperar recursos y de particular importancia en zonas donde no hay sistema centralizado de alcantarillado. La forma en que se desarrolla tradicionalmente es separando la excreta humana del resto de los flujos de desecho, como las aguas grises producidas por duchas, lavamanos, lavado de ropa y de loza. La composición de las aguas grises varía según la fuente y su recuperación. Hasta ahora, se ha utilizado para la reutilización directa en irrigación de jardines en zonas de escasez de agua, en ocasiones también se usa dentro del hogar para usos no potables como la descarga de sanitarios (Andersson, y otros, 2021).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

TIPO PROYECTO

VE - VA - AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Es posible que no se cuente localmente con una capacidad técnica adecuada. Adicionalmente se encuentra condicionada a su regulación a través de normativas.
- Depende del comportamiento adecuado de los usuarios que permitan garantizar las características de las aguas.
- El sistema puede depender de determinado volumen de flujo líquido para su correcta operación.

T-16: ENSAYO DE PERMEABILIDAD EN FAENA CON SISTEMAS ELECTRÓNICOS



● Imagen referencial obtenida de Empresa SEALING RC

DESCRIPCIÓN

Los proyectos de impermeabilización en la industria de la construcción requieren de pruebas posteriores, esto generalmente se realiza con pruebas de estanqueidad en el caso de superficies horizontales, formando una piscina por 24 horas, mientras que en el caso de superficies inclinadas o verticales se debe mantener rocío por 12 horas contra la impermeabilización (Polpaico, 2021). Esta iniciativa considera evitar los consumos de agua de las metodologías tradicionales con el uso de una prueba eléctrica de medición de permeabilidad, la cual no requiere agua y libera áreas en menor cantidad de tiempo. Este tipo de tecnología puede actuar sobre sistemas asfálticos bituminosos y preformados, sistemas en base de minerales como cementicios, entre otros (SEALING RC, 2021).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

T-17 FLUXORES EFICIENTES PARA SANITARIOS Y URINARIOS



● Imagen referencial obtenida de chc.cl

DESCRIPCIÓN

Un fluxor es una válvula de descarga con cierre automático, permite el ahorro de agua gracias a su cierre automático ya que puede regularse la cantidad de agua que descarga. (Nuñez Torres, 2015).

La Norma Chilena NCh 700/2011 indica que un producto es eficiente cuando su caudal es menor a 9 l/min (medido a 3 bar de presión) (stretto, s.f.). En este sentido existen múltiples modelos y marcas de fluxores que pueden garantizar eficiencia hídrica con opciones de bajo consumo, tanto para sanitarios y urinarios, con accionamiento mediante palanca o sensor (CHC, 2022).

Un WC con fluxor puede generar un 65% de ahorro de agua sobre los 7 litros de los WC convencionales (CHC, 2018)

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

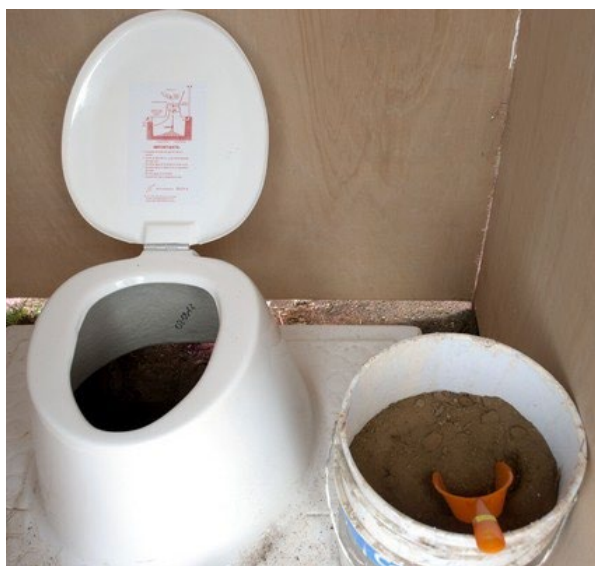
C

TIPO PROYECTO

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Su uso más frecuente es en edificaciones de servicio o comerciales.
- Los ahorros de un WC con fluxor permiten postular a créditos LEED.
- Disponible en Chile.

T-18: SANITARIO SECO



● Imagen referencial obtenida de ecotec.unam.mx

DESCRIPCIÓN

Son sanitarios que funcionan sin agua y por lo tanto sin conexión al alcantarillado. Existen de dos tipos, aquellos donde las heces y la orina van a un recipiente sellado y el usuario agrega la mezcla de materia orgánica seca con ceniza después de cada uso. En cambio, en el otro modelo la orina es recolectada y procesada para abono, mientras que las heces van a un recipiente sellado donde el usuario agrega tierra con plantas secas y ceniza después de cada uso (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Se recomienda para zonas con poca disponibilidad de agua o donde el subsuelo sube a menos de 3 metros de la superficie del suelo.
- Después de un año la mezcla resultante adquiere textura seca y puede utilizarse como abono.

T-19: SANITARIO EFICIENTE



● Imagen referencial obtenida de stretto.cl

DESCRIPCIÓN

La Norma Chilena NCh 700/2011 indica que un producto es eficiente cuando su caudal es menor a 9l/min (medido a 3 bar de presión). En este sentido existen múltiples modelos y marcas de sanitarios que pueden garantizar eficiencia hídrica (stretto, s.f.).

Los sanitarios eficientes con estanque dual wash down o dual flush, que permite evacuar dependiendo de la necesidad del usuario, la mitad del agua del estanque o el total, ahorrando hasta un 30% del consumo total de agua (Fanaloza, s.f.). Algunos modelos logran generar un ahorro de agua entre un 58% a 72% sobre los 7 litros de los WC convencionales (CHC, 2022).

Los sanitarios con descarga directa también pueden ser eficientes, inclusive existen modelos que usan solo 1 litro de agua en cada descarga ahorrando un 80% (Aquaneat, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

T-20: URINARIO ALTA EFICIENCIA



● Imagen referencial obtenida de stretto.cl

DESCRIPCIÓN

Son urinarios de alta eficiencia cuando su caudal es menor a 7 lt/min. En este sentido, se pueden encontrar modelos de 0,65 y 0,4 litros por descarga (stretto, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Su uso más frecuente es en edificios de servicio y/o comerciales.

T-21: URINARIO SECO



● Imagen referencial obtenida de aquaneat.cl

DESCRIPCIÓN

Urinario que no requiere suministro de agua ni gel debido a su tecnología de drenado y sellado a través de un cartucho que sustituye el sifón convencional, elimina la necesidad de agua para operar y actúa como trampa de olor. Este cartucho cierra los tubos de drenaje, no requiere mantención, no necesita relleno de sellante, es desechable y de fácil recambio. Al no usar agua ahorra hasta 150.000 litros de agua al año por cada unidad instalada. (Aquavant S.A., s.f.), (Jetech, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Al no usar agua reduce costos de agua y desagüe
- La frecuencia de cambio de cartuchos es de 2-4 meses (7000 usos aprox).
- Aporte significativo en puntaje B Corp. y LEED.
- Su uso más frecuente es en edificios de servicio y/o comerciales.

T-22: AIREADOR PARA COCINA CON SENSOR



● Imagen referencial obtenida de stretto.cl

DESCRIPCIÓN

Este aireador añade aire al caudal de agua para reducir su consumo y además activa la salida de agua mediante un sensor (stretto, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Este tipo de aireador requiere recarga de batería mediante cable USB.
- La recarga completa tarda máximo 3 horas.
- Adicionalmente, se debe tener presente el caudal y presión al momento de instalar aireadores en general para un correcto funcionamiento.

T-23: AIREADOR PARA GRIFERÍA DE BAÑO Y COCINA



● Imagen referencial obtenida de stretto.cl

DESCRIPCIÓN

Añade aire al caudal de agua para reducir su consumo al generar un chorro espumante, pueden ahorrar hasta un 70% de agua dependiendo de marca y modelo. La grifería estándar puede consumir 22 l/min, mientras que la grifería con aireador consume entre 2 a 9 l/min (NIBSA, s.f.)

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

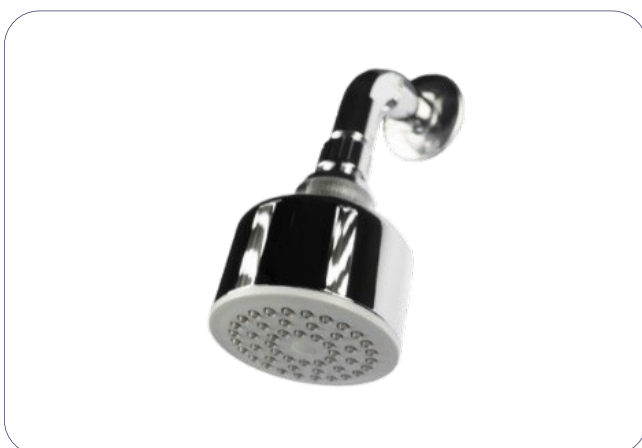
TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales, sin embargo, se debe tener presente el caudal y presión al momento de instalar aireadores en general para un correcto funcionamiento.

T-24: CABEZAL DE DUCHA CON SISTEMA DE AIREADO EFICIENTE



● Imagen referencial obtenida de aquaneat.cl

DESCRIPCIÓN

Cabezal de ducha con aireador incorporado que ahorra hasta un 70% de agua debido a su bajo consumo de 4 litros de agua por minuto, a diferencia de cabezales de ducha convencionales que pueden llegar a consumir entre 12 a 15 litros por minuto (Aquaneat, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Puede ser utilizado en empresas y hogares.
- Se debe tener presente el caudal y presión al momento de instalar aireadores en general para un correcto funcionamiento.

T-25: GRIFERÍA TEMPORIZADA CON AIREADOR Y OPCIÓN DE BAJO CONSUMO



● Imagen referencial obtenida de chc.cl

DESCRIPCIÓN

Grifería con temporizador que permite un caudal de agua durante 5 a 15 segundos (Fanaloza y Briggs, 2019), generalmente incluye aireador antivandálico, funciona a través de un botón pulsador (CHC, 2022). Puede llegar a generar un ahorro de agua de hasta el 60% (GRIFARU, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Su uso más frecuente es en edificaciones de servicio o comerciales.
- Por otra parte, se debe tener presente el caudal y presión al momento de instalar aireadores en general para un correcto funcionamiento.

T-26: GRIFERÍA ELECTRÓNICA CON SENSOR INFRARROJO Y OPCIÓN DE BAJO CONSUMO



● Imagen referencial obtenida de chc.cl

DESCRIPCIÓN

Grifería con sistema electrónico que a través de un sensor infrarrojo regula la salida de agua, produciendo un consumo controlado (Fanaloza y Briggs, 2019). Este tipo de grifería existe con aireador y sin aireador, aquellas que tienen aireador suelen tener allí integrado el sensor infrarrojo (CHC, 2022).

El agua es expulsada cuando se acercan las manos, generando un ahorro de hasta 70% en relación con las llaves tradicionales (Jetch, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Su uso más frecuente es en edificaciones de servicio o comerciales.

T-27: TEMPORIZADOR PROGRAMABLE PARA DUCHA



● Imagen referencial obtenida de aquatempus.cl

DESCRIPCIÓN

El temporizador programable para ducha reemplaza los cabezales a presión y las llaves pulsadoras de las duchas convencionales. Se conecta de forma simple a la manguera de la ducha y cuenta con una batería de litio que se carga con el paso del agua. Este artefacto limita el tiempo máximo de ducha a un máximo de 10 minutos y deja un intervalo entre usuarios con corte automático del temporizador al cerrar la llave, lo que permite un ahorro de agua en alrededor de un 40% (Acqua Tempus, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

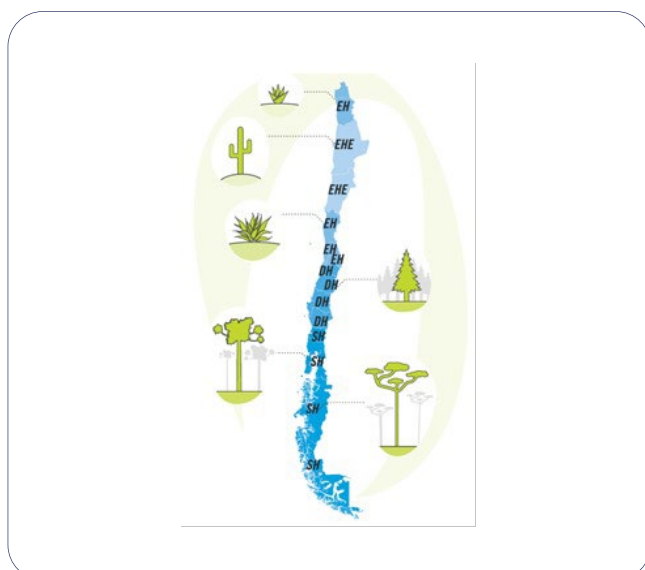
- No se consideran características adicionales.

ANEXO 4.2. MATERIALIDADES

Se entenderá por materialidades a aquellas iniciativas que correspondan a materiales o prácticas existentes que no requieran de uso tecnológico avanzado, con especial énfasis en materiales requeridos para la fase constructiva.

En las siguientes fichas se identifica una breve descripción, una imagen referencial de la iniciativa, otras características a destacar, si corresponde, etapa del ciclo constructivo al que aplicaría la iniciativa, es decir, Diseño (D), Construcción (C), Puesta en Marcha (PM) y Operación (O), y el tipo de proyecto, clasificado en Vivienda en Extensión (VE), Vivienda en Altura (VA) y Áreas Verdes (AV). Cabe destacar que, el título de cada iniciativa se encuentra acompañadas de un código "M", correspondiente a la palabra "Materialidad" y del número de la ficha, con la finalidad de facilitar su identificación "M-N°".

M-01: ÁREAS VERDES CON ESPECIES AUTÓCTONAS Y DE BAJO REQUERIMIENTO HÍDRICO



● Imagen referencial obtenida de Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018.

DESCRIPCIÓN

El temporizador programable para ducha reemplaza los cabezales a presión y las llaves pulsadoras de las duchas convencionales. Se conecta de forma simple a la manguera de la ducha y cuenta con una batería de litio que se carga con el paso del agua. Este artefacto limita el tiempo máximo de ducha a un máximo de 10 minutos y deja un intervalo entre usuarios con corte automático del temporizador al cerrar la llave, lo que permite un ahorro de agua en alrededor de un 40% (Acqua Tempus, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – O

TIPO PROYECTO

VE – VA – AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Es importante planificar el control sobre la mantención periódica del proyecto paisajístico. Además de considerar un sistema de riego que asegure una reducción del consumo de agua para riego de jardines o áreas verdes.
- Se debe tener coherencia con el desarrollo paisajístico inserto en la zona.
- Ser funcional sin renunciar a su aspecto estético y de mejora del paisaje.
- Utilizar las bellezas naturales existentes en el entorno e incorporarse a éstas.

M-02: USO DE CHIP PARA EL REEMPLAZO DE PASTOS EN ÁREAS VERDES



● Imagen referencial obtenida de latercera.com

DESCRIPCIÓN

Corresponde a una cubierta orgánica compuesta de chip o corteza de árbol que protege el suelo y permite mantener condiciones óptimas de humedad, además de una buena infiltración, regulación de temperatura, como disminución del consumo hídrico, entre otros beneficios (Guzmán Salas, 2022).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – O

TIPO PROYECTO

VE – VA – AV

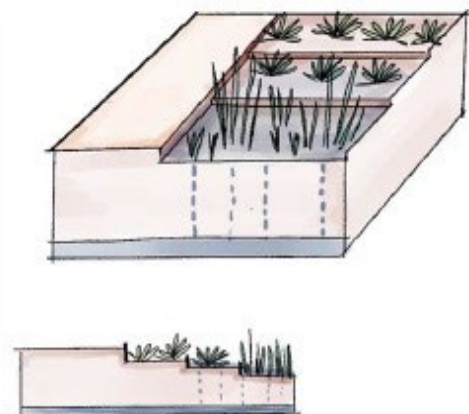
OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Evita el crecimiento de maleza que puede llegar a absorber agua de forma innecesaria (Guzmán Salas, 2022).
- No se recomienda su utilización en zonas con pendientes pronunciadas debido al desplazamiento producto de las lluvias.

M-03: JARDINES INUNDABLES QUE APORTEN A LA RECARGA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

DESCRIPCIÓN

Corresponde a una cubierta orgánica compuesta de chip o corteza de árbol que protege el suelo y permite mantener condiciones óptimas de humedad, además de una buena infiltración, regulación de temperatura, como disminución del consumo hídrico, entre otros beneficios (Guzmán Salas, 2022).



● Imagen referencial obtenida de pág. 112 (Guzmán Salas, 2022)

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – O

TIPO PROYECTO

VE – VA – AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Se encuentra condicionado al tipo de suelo (Alvarez, 2021).
- Se debe evaluar el tipo de plantas según la zona de estudio (Alvarez, 2021).
- Se recomienda utilizar otras iniciativas como riego por goteo, pavimentos permeables entre otros (Guzmán Salas, 2022).

M-04: TECHOS Y MUROS VERDES

DESCRIPCIÓN



● Imagen referencial obtenida de dearkitectura.blogspot.com

Los techos verdes son una de las nuevas tecnologías que pueden ser utilizadas como herramientas para la gestión ambiental en edificios y casas. Consisten en cubrir el techo de una edificación con vegetación, la cual puede ser instalada en la azotea de un edificio residencial o de oficina y hasta en los techos de las casas.

Uno de sus beneficios es que la cubierta vegetal absorbe el agua de la lluvia a través de las plantas, del sustrato y de la lámina de drenaje. Esto retarda la descarga de la lluvia al sistema de alcantarillado, purifica el agua de lluvia y también se evapora a través de las hojas de las plantas (Zielinski, García Collante, & Vega Paternin, 2012).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – O

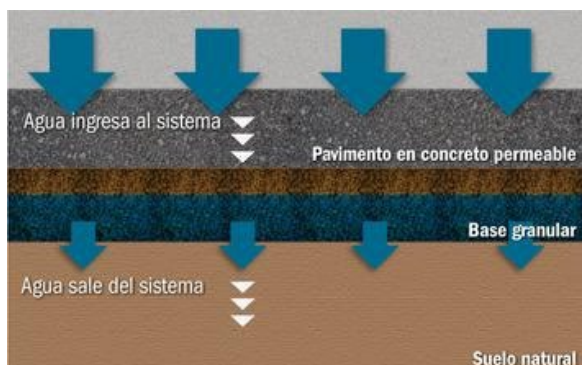
TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Es necesario utilizar una membrana impermeabilizante anti- raíz que inhibe el crecimiento radical de las especies vegetales.
- Algunos otros beneficios de los sistemas de techos verdes son: mejoramiento de la calidad del aire, manejo de aguas lluvias (ver Anexo 1), regulación de la temperatura y ahorro de electricidad, prolongación de la vida útil de la cubierta, entre otras.
- La factibilidad de la instalación de sistemas de techos verdes depende de varios factores que pueden ser clasificados en cuatro grupos principales: económicos, naturales, psicológicos y normativos relacionados con las políticas. Cada uno de estos grupos depende de condiciones locales; en otras palabras, la viabilidad de instalación de techos verde varía, no sólo de un techo a otro, sino de una ciudad a otra.
- Esta iniciativa es incluida en el Manual de Paisajismo Sustentable de Chile Green Building Council (Chile Green Building Council , 2021)

M-05: PISOS PERMEABLES



● Imagen referencial obtenida de toxement.com

DESCRIPCIÓN

Corresponde un piso o concreto con bajo porcentaje de fino o arena, el cual está compuesto principalmente por una base, de forma opcional un sistema de drenaje y finalmente el suelo natural, permitiendo la recarga de aguas subterráneas y evitando posibles inundaciones (Guzmán Salas, 2022).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – O

TIPO PROYECTO

VE – VA – AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Se debe tener en consideración la combinación de pisos permeables con áreas verdes de densidad media, con la finalidad de disminuir islas de calor (Guzmán Salas, 2022).
- Se estima una vida útil de 20 a 40 años para tránsitos menores (Guzmán Salas, 2022).
- Se recomienda limpiar frecuentemente y así evitar obstrucciones (NRMCA, 2020).

M-06: ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA PARA CEMENTO, MORTERO O HORMIGÓN.



● Imagen referencial obtenida de sikaguaia.com

DESCRIPCIÓN

Son aditivos químicos que se adicionan al cemento, mortero o concreto para mejorar sus propiedades. Los aditivos reductores de agua se clasifican dentro de los aditivos como parte del Grupo A, su función principal es reducir al mínimo la cantidad de agua en hormigones, morteros o pastas para una mejor trabajabilidad, aumentando la compacidad como la resistencia mecánica (Tebar, 1982).

El uso de este aditivo se realiza junto con el agua de amasado y su efecto suele reducir la cantidad de agua a utilizar en un 8% a 10% (Asociación Nacional de Fabricantes de Aditivos para Hormigón y Mortero, s.f.). La cantidad de agua se puede reducir entre un 12 a 40% al usar aditivos reductores de agua de alto rango (Fabiane, 2016) y entre un 15-25% con aditivos reductores de agua de rango medio (Sika Chile, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – C

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- La NCh2182:2010 establece los requisitos de aditivos para hormigón y mortero.

M-07: USO DE MATERIALES PREFABRICADOS



● Imagen referencial obtenida de cdt.cl

DESCRIPCIÓN

Se refiere al uso de materiales prefabricados durante el diseño y construcción de viviendas, ya que uno de los beneficios de este tipo de construcción es la utilización de componentes que se puedan instalar y construir sin uso de agua, requiriendo sólo el ensamblado (KÖMMERLING, 2021).

Con el uso de estos materiales se reduce en un 50% el consumo de agua y hormigón (Grupo Avintia, 2020).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – C

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Se utilizan generalmente estructuras industrializadas como el hormigón armado pretensado, estructuras en madera y soluciones en entramado de acero, este último tiene además una fabricación en seco.
- La Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) cuenta con ediciones técnicas de maderas industrializadas y elementos de hormigón industrializados, incluyendo productos relacionados y proveedores.
- Este método constructivo requiere que los proveedores se integren de forma temprana para la prefabricación de partes y piezas, y presenta numerosos beneficios como reducción de plazos, reducción del costo final de las obras, además de entregar beneficios ambientales (CDT, 2021).

ANEXO 4.1. BUENAS PRÁCTICAS

En cuanto a las iniciativas de buenas prácticas, se entenderá por aquellas iniciativas que promueven resultados a través de modelos a seguir.

A continuación, se presentan las fichas de buenas prácticas levantadas en el proceso de búsqueda de información. Cada ficha se encuentra conformada por una breve descripción, una imagen referencial de la iniciativa, otras características a destacar, si corresponde, etapa del ciclo constructivo al que aplicaría la iniciativa, clasificada según la siguiente nomenclatura, Diseño (D), Construcción (C), Puesta en Marcha (PM) y Operación (O), y el tipo de proyecto, es decir, Vivienda en Extensión (VE), Vivienda en Altura (VA) y Áreas Verdes (AV), y el título el que se encuentra acompañado del código "BP", correspondiente a la palabra "Buena Práctica" y el número cronológico de la ficha, con la finalidad de facilitar su identificación, es decir, "BP-N°"

BP-01: REUTILIZACIÓN DE AGUAS PARA EL LAVADO DE NEUMÁTICOS DE CAMIONES EN FAENA.



● Imagen referencial obtenida de banco de fotos.

DESCRIPCIÓN

De acuerdo con búsqueda bibliográfica, no se encontró un respaldo de esta iniciativa. Sin embargo, entiende que corresponde al lavado de neumáticos previo a la salida de camiones desde las faenas constructivas. Por otra parte, en cuanto a la reutilización de aguas, se puede considerar, de acuerdo a los análisis efectuados, que las aguas lluvia o aguas grises, se podrían utilizar para esta actividad, siempre y cuando se considere un tratamiento previo y la contención de las aguas generadas, las cuales deben ser eliminadas de forma segura producto de los residuos que puede contener como hidrocarburos, los que deben ser tratados como un residuo peligroso y cumplir con la normativa correspondiente.

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

BP-02: REUTILIZACIÓN DE AGUAS DE DUCHAS EN FAENA EN HUMECTACIÓN DE CAMINOS.



● Imagen referencial obtenida de amffal.cl

DESCRIPCIÓN

Esta iniciativa ha sido aplicada por empresas como la constructora Gespania, que reutilizó aguas de duchas con sistemas de bombas, filtro mecánico y regadores para humectar lugares con tránsito de camiones y movimientos de tierra (Saavedra, 2022).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

BP-03: REUTILIZACIÓN DE AGUA CONDENSADA DE SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN



● Imagen referencial obtenida de www.roigsat.com

DESCRIPCIÓN

Consiste en la reutilización de las aguas condensadas provenientes de la humedad del aire atmosférico que generan los artefactos de climatización, como los artefactos de aire acondicionado. Estas aguas pueden ser almacenadas y redistribuidas para actividades como riego y aseo de exteriores (Alfonso Garavito & De la Hoz Henríquez, 2019), (Preservar, 2021).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - O

TIPO PROYECTO

VE - VA - AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

BP-04: USO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS COMO MEZCLA Y CURADO DE HORMIGÓN



● Imagen referencial obtenida de www.cdt.cl

DESCRIPCIÓN

Consiste en la reutilización de aguas grises provenientes de la faena, como las aguas de duchas y lavamanos de los trabajadores, para usarlos en los procesos de hormigonado cuando se requiere preparar el hormigón en obra (Saavedra, 2022).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- El agua reutilizada debe cumplir con los requerimientos de la NCh 1498 - Hormigón - Agua de Amasado.
- Esta idea ha sido aplicada a nivel nacional por la empresa Inmobiliaria Sienna, quienes instalaron una planta de tratamiento de aguas grises en un proyecto, para hacer uso de esta en el proceso de hormigonado. Actualmente buscan medir y trazar los rendimientos de este prototipo (Saavedra, 2022).

BP-05: HIDROLAVADO EN CURADO DE HORMIGÓN



● Imagen referencial obtenida de polpaico.cl

DESCRIPCIÓN

Para que el hormigón no se fisure y mantenga sus propiedades, este debe pasar por un procedimiento de curado, el cual consiste en mantener la pasta humectada y a una temperatura entre 10 y 25°C posterior a la etapa de compactación.

Para disminuir el consumo de agua, este proceso puede realizarse con hidrolavado, en vez de uso permanente de mangueras (Polpaico, s.f.).

Las hidrolavadoras son maquinarias que rocían agua a alta presión y velocidad, teniendo 10 a 50 veces más potencia que una manguera común y un ahorro aproximado de 80% de agua en comparación con estas (imt, s.f.).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

BP-06: USO DE TELAS EN CURADO DE HORMIGÓN



● Imagen referencial obtenida de polpaico.cl

DESCRIPCIÓN

Durante la etapa de terminación y curado del hormigón, es necesario tomar medidas para evitar las grietas y la alteración de la calidad del hormigón, especialmente en zonas con baja humedad relativa o donde hay presencia de viento. Para evitar estas alteraciones, se debe mantener la humedad relativa del ambiente, lo que suele realizarse con nebulizadores de agua de forma ininterrumpida por mínimo 7 días. Al respecto, esta iniciativa propone mantener la humedad con arpilleras húmedas durante la terminación y curado, después de un pre-curado con agua nebulizada (Polpaico, 2021).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

BP-07: SUSTITUIR EN EL DISEÑO EL USO DE MATERIALES CON ALTOS CONSUMOS DE AGUA

DESCRIPCIÓN



● Imagen referencial obtenida de www.codexverde.cl

Consiste en diseñar las viviendas considerando el uso de materiales que requieren menor consumo de agua para su elaboración, ya sea dentro o fuera de la faena constructiva (SIKA S.A.U.) .

Para tomar estas decisiones se debe tener conocimiento del consumo de agua de los materiales y generar una comparación entre las alternativas disponibles, ver ejemplo en Anexo 2.

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Existen técnicas que minimizan el consumo de agua asociado a los materiales en la obra como la construcción industrializada y la construcción liviana en seco. Un tabique construido con una solución de construcción liviana en seco puede consumir menos de la mitad de una misma superficie en hormigón armado (codexVerde, 2022).

BP-08: VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE FAENA.



● Imagen referencial obtenida de programa "Obra limpia" empresa Viconsa
www.construye2025.cl

DESCRIPCIÓN

Considerando que la elaboración de los materiales requiere del consumo de agua, la reutilización de residuos en faena implica una disminución del consumo de agua en la etapa constructiva.

Al respecto, el Grupo de Trabajo GT-6 "Economía Circular en el sector de la Construcción" de la Fundación española Conama (2018) propone dentro de los indicadores para medir la circularidad en el sector de la construcción, un indicador denominado consumo total de agua, que incluye los procesos de fabricación de materiales (Fundación Conama, Green Building Council España y RCD Asociación, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C

TIPO PROYECTO

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- La reutilización de residuos y materiales generados en obra dependen de su naturaleza, por ejemplo, el fierro se puede vender a fundiciones, los pallets se pueden vender para reutilización, los restos de madera pueden ser compostados o vendidos para la elaboración de muebles, todo en base a la situación local del mercado. Antes de demoler, también se pueden retirar materiales para ser acopiados y puestos en venta (Saavedra, 2019).
- A nivel internacional existen empresas con una larga trayectoria dedicadas procesar residuos de la construcción, procesando escombros de construcción y demolición para reemplazar gravas y arenas (Theo Pouw Groep, s.f.). Por otro lado, a nivel nacional existe la Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción 2035 y hay experiencias de recuperación de residuos de la construcción aplicadas a pavimentos (Construye 2025, 2022).

BP-09: LEAN AMBIENTAL



● Imagen referencial obtenida de leansisproductividad.com

DESCRIPCIÓN

La filosofía Lean trata de optimizar el sistema de operación y reducir o eliminar las tareas que no añaden valor, a través de un sistema de gestión innovador que se encuentra fundamentado en el análisis de pérdidas y la planificación de las actividades, con el objetivo de mejorar la productividad en la construcción, eliminando actividades que no aportan para el resultado de la obra.

Por lo cual, el pensamiento Lean consiste en maximizar el valor agregado, lo que implica hacer las cosas bien, siempre. Además, busca constantemente la perfección y recomienda numerosas herramientas para lograrlo (Rodas Caranguay, 2021).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C

TIPO DE VIVIENDA

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Busca reducir las pérdidas y en especial aquellas que están enfocadas en optimizar los recursos con los que se cuentan, vayan en armonía con el medio ambiente y donde los materiales no sean subutilizados.
- Ayuda a tener una mejor administración de los procesos y control, y puede ayudar a eliminar las brechas de eficiencia y productividad.

BP-10: SEGUIMIENTO MENSUAL DEL CONSUMO DE AGUA EN OBRA



● Imagen referencial obtenida de aricamia.cl

DESCRIPCIÓN

Permite conocer el volumen de agua utilizado en obra, para ello se debe evaluar el agua que ingresa de forma directa a través de medidores instalados para los diferentes usos otorgados. Por otra parte, se debe considerar el agua que ingresa de forma indirecta, es decir a través de camiones aljibes y agua para hormigón premezclado según corresponda (Nazer, Pavez, Zúñiga, & González, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO DE VIVIENDA

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Se debe evaluar el consumo según tipo de obra.
- Se recomienda acompañar el seguimiento con medidas de reducción del consumo hídrico (Nazer, Pavez, Zúñiga, & González, 2018).

BP-11: REPARACIÓN DE FUGAS



● Imagen referencial obtenida de hidrotec.com

DESCRIPCIÓN

Para prevenir fugas de agua provocadas por algún desperfecto de los artefactos sanitarios (W.C., lavamanos, lavaplatos, tina, etc) o a las fugas invisibles que se pueden provocar en algún tramo de las cañerías es importante estar atento al estado de estas y a sus mantenciones. Por lo cual, es necesario establecer un plan de mantención que permita evitar el desperdicio del recurso hídrico (Sernac, s.f.)

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C - O

TIPO DE VIVIENDA

VE - VA - AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.
- Una fuga en el inodoro puede gastar 200.000 litros al año (Secretaría de Comunicaciones Gobierno de Chile, s.f.)

BP-12: EDUCACIÓN SOBRE EL USO EFICIENTE DEL AGUA EN OBRA A TRABAJADORES



● Imagen referencial obtenida de cchc.cl

DESCRIPCIÓN

No todas las personas tienen conocimiento o ignoran la importancia del uso eficiente del agua, por lo cual resulta relevante realizar charlas iniciales con los trabajadores que estarán presente en las obras a modo de informar sobre esta problemática.

Dentro de los temas que se deben abordar en la capacitación son: introducción breve de la disponibilidad del agua, problemáticas que surgen por la escasez del agua, cifras de los litros que se desperdician por el uso inadecuado del agua, finalizando con las medidas que deben adoptar para un uso eficiente de este dentro de la obra como: cerrar la llave cuando no se esté utilizando, informar posibles fugas de agua dentro de las instalaciones, humectación de camino en los horarios establecidos, etc (Nazer, Pavez, Zúñiga, & González, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO DE VIVIENDA

VE – VA – AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

BP-13: INSTALACIÓN DE SEÑALÉTICAS AMBIENTALES EN FAENA



● Imagen referencial obtenida en terreno con empresa viconsa

DESCRIPCIÓN

Consiste en la instalación de señaléticas dentro de la instalación de faena, especialmente donde se realizan los consumos de agua por parte de los colaboradores o donde pueden existir pérdidas de este recurso, con la finalidad de informar las acciones y/o medidas que se deben realizar y considerar (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

C

TIPO DE VIVIENDA

T

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Al lavarse los dientes y dejar el agua corriendo se pueden perder hasta 20 litros de agua cada vez que se realice esta acción (SISS, s.f.).
- Una llave mal cerrada puede consumir entre 5 a 10 litros por minuto (SISS, s.f.).
- Al cerrar la llave de las duchas mientras se enjabona se puede ahorrar hasta 150 litros por cada ducha (SISS, s.f.).
- Una llave que gotea consume un gasto de 30 litros de agua al día (SISS, s.f.).

BP-14: CERTIFICACIÓN DE VIVIENDA SUSTENTABLE (CVS)



DESCRIPCIÓN

La CVS es un sistema voluntario de certificación ambiental, que evalúa el desempeño de proyectos residenciales a nivel nacional, como: vivienda sociales y privadas; pareadas, aisladas o continuas; sean parte de condominios o edificios de altura; estén emplazadas en sitios rurales o urbanos y de cualquier región de Chile. A través de la CVS se espera mejorar de manera continua y permanente, el estándar de construcción de viviendas a nivel nacional, promoviendo criterios de sustentabilidad, e impulsando la transformación del mercado de la construcción, hacia uno de orden más sostenible en toda su cadena de valor (CVS, s.f.).

● Imagen referencial obtenida de <https://cvschile.cl/img/logo-CVS-intro.svg>

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D - C - O

TIPO DE VIVIENDA

VE - VA - AV

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- Las viviendas certificadas tienen un estándar de sustentabilidad superior al promedio del mercado y además supera las exigencias de los instrumentos regulatorios (CVS, s.f.).

BP-15: CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL HACIA LA COMUNIDAD



● Imagen referencial obtenida de (Guzmán Salas, 2022)

DESCRIPCIÓN

Corresponde a Charlas dirigidas a la comunidad con la finalidad de abordar problemáticas que permitan generar una mayor conciencia y cuidado en relación con el recurso hídrico, donde se requiere la participación de empresas y entidades públicas (Guzmán Salas, 2022).

ETAPA CICLO CONSTRUCTIVO

D – PM – O

TIPO DE VIVIENDA

VE - VA

OTRAS CARACTERÍSTICAS

- No se consideran características adicionales.

ANEXO 5: CONSUMO DE AGUA EN METROS CÚBICOS POR TIPO DE HORMIGÓN



ANEXO 5. CONSUMO DE AGUA EN METROS CÚBICOS POR TIPO DE HORMIGÓN

En cuanto a las iniciativas de buenas prácticas, se entenderá por aquellas iniciativas que promueven resultados a través de modelos a seguir.

A continuación, se presentan las fichas de buenas prácticas levantadas en el proceso de búsqueda de información. Cada ficha se encuentra conformada por una breve descripción, una imagen referencial de la iniciativa, otras características a destacar, si corresponde, etapa del ciclo constructivo al que aplicaría la iniciativa, clasificada según la siguiente nomenclatura, Diseño (D), Construcción (C), Puesta en Marcha (PM) y Operación (O), y el tipo de proyecto, es decir, Vivienda en Extensión (VE), Vivienda en Altura (VA) y Áreas Verdes (AV), y el título el que se encuentra acompañado del código "BP", correspondiente a la palabra "Buena Práctica" y el número cronológico de la ficha, con la finalidad de facilitar su identificación, es decir, "BP-Nº"

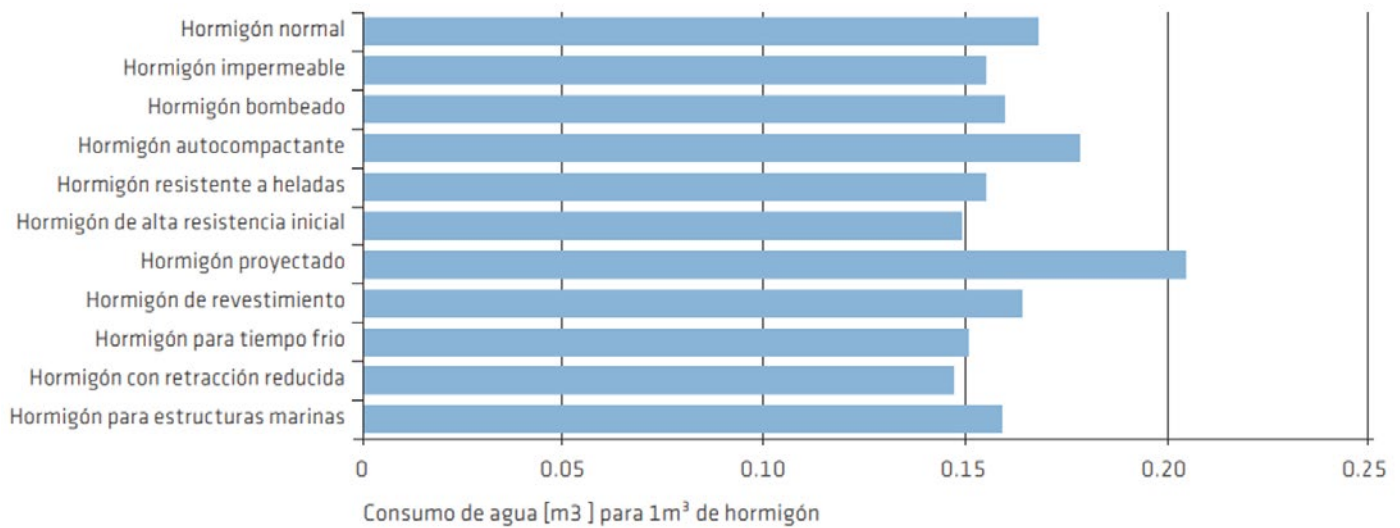


Figura 26. Consumo de agua en metros cúbicos por tipo de hormigón.
Fuente: (SIKA S.A.U.)

ANEXO 6: MATRIZ DE ATRIBUTO



ANEXO 6. MATRIZ DE ATRIBUTOS

Tabla 26: Calificación de iniciativas por cada atributo

Nº	CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	CUADRO DE PUNTUACIÓN							EVALUACIÓN
				COMPLEJIDAD PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	RESTRICCIÓN PRINCIPAL APLICACIÓN	APLICACIÓN EN PYME	APLICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO	QUICK WINS	COSTO/ BENEFICIO	ÁMBITO CULTURAL EN MATERIA DE AVANCE	
1	T-01	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas de filtración por membranas biológicas para reutilización	1	1	2	3	1	2	2	12
2	T-02	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas grises para riego – filtro acolchado	1	1	2	3	1	2	2	12
3	T-03	Tecnología	Sistemas de tratamiento de aguas con lombrifiltro o sistema Tohá para reutilización	1	1	3	3	1	2	2	13
4	T-04	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas grises - humedal construido para reutilización	1	1	1	3	1	2	2	11
5	T-05	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas con biofiltros para reutilización	1	1	3	3	1	2	2	13
6	T-06	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas con lodos activados para reutilización	1	1	1	3	1	2	2	11
7	T-07	Tecnología	Sistema de tratamiento de aguas con lechos bacterianos para reutilización	1	1	1	3	1	2	2	11
8	T-08	Tecnología	Riego con sensores de humedad y controladores	1	3	3	3	3	3	3	19
9	T-09	Tecnología	Riego por goteo	1	3	3	3	3	3	3	19
10	T-10	Tecnología	Reutilización de aguas grises para lavado y relleno de inodoros	1	1	3	3	1	3	3	15
11	T-11	Tecnología	Recolección de agua mediante atrapanieblas para riego	1	2	2	2	1	2	2	12
12	T-12	Tecnología	Recolección de aguas lluvias en techumbre para riego	1	3	3	3	3	3	3	19
13	T-13	Tecnología	Recolección de aguas lluvias para lavado y relleno de inodoros	1	1	2	2	1	2	2	11
14	T-14	Tecnología	Desalinización	1	2	1	2	1	1	2	10
15	T-15	Tecnología	Descarga sanitaria diferenciada para aguas grises y negras	1	1	3	3	2	2	3	15
16	T-16	Tecnología	Ensayo de permeabilidad en faena con sistemas electrónicos	1	2	2	3	2	2	2	14
17	T-17	Tecnología	Fluxores eficientes para sanitarios y urinarios	1	3	3	3	2	3	2	17
18	T-18	Tecnología	Sanitario seco	1	3	3	3	1	1	1	13
19	T-19	Tecnología	Sanitario eficiente	1	3	3	3	3	3	3	19
20	T-20	Tecnología	Urinario alta eficiencia	1	3	3	3	2	3	3	18

Nº	CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	CUADRO DE PUNTUACIÓN							EVALUACIÓN
				COMPLEJIDAD PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	RESTRICCIÓN PRINCIPAL APLICACIÓN	APLICACIÓN EN PYME	APLICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO	QUICK WINS	COSTO/ BENEFICIO	ÁMBITO CULTURAL EN MATERIA DE AVANCE	
21	T-21	Tecnología	Urinario seco	1	3	3	3	1	1	2	14
22	T-22	Tecnología	Aireador para cocina con sensor	1	3	3	3	3	3	3	19
23	T-23	Tecnología	Aireador para grifería de baño y cocina	1	3	3	3	3	3	3	19
24	T-24	Tecnología	Cabezal de ducha con sistema de aireado eficiente	1	3	3	3	3	3	3	19
25	T-25	Tecnología	Grifería temporizada con aireador y opción de bajo consumo	1	3	3	3	3	3	3	19
26	T-26	Tecnología	Grifería electrónica con sensor infrarrojo y opción de bajo consumo	1	3	3	3	2	3	3	18
27	T-27	Tecnología	Temporizador programable para ducha	1	3	3	3	2	3	2	17
28	M-01	Materialidad	Áreas verdes con especies autóctonas y de bajo requerimiento hídrico	2	2	3	3	3	3	3	19
29	M-02	Materialidad	Uso de chip para el reemplazo de pastos en áreas verdes	2	2	3	3	3	3	3	19
30	M-03	Materialidad	Jardines inundables que aporten a la recarga de aguas subterráneas	1	2	2	2	1	2	2	12
31	M-04	Materialidad	Techos y muros verdes	1	2	3	3	1	2	2	14
32	M-05	Materialidad	Pisos permeables	1	2	3	3	2	2	2	15
33	M-06	Materialidad	Aditivos reductores de agua para cemento, mortero o hormigón	1	2	3	3	3	3	3	18
34	M-07	Materialidad	Uso de materiales prefabricados	1	2	3	3	2	3	3	17
35	BP-01	Buena práctica	Reutilización de aguas para el lavado de neumáticos de camiones en faena	3	1	3	3	3	2	2	17
36	BP-02	Buena práctica	Reutilización de aguas de duchas en faena en humectación de caminos	1	1	3	3	2	2	2	14
37	BP-03	Buena práctica	Reutilización de agua condensada de sistema de climatización	1	2	2	3	1	2	3	14
38	BP-04	Buena práctica	Uso de aguas residuales tratadas como mezcla y curado de hormigón	1	1	2	3	2	2	2	13
39	BP-05	Buena práctica	Hidrolavado en curado de hormigón	2	3	3	3	3	3	3	20
40	BP-06	Buena práctica	Uso de telas en curado de hormigón	2	2	3	3	3	3	3	19
41	BP-07	Buena práctica	Sustituir en el diseño el uso de materiales con altos consumos de agua	1	2	3	3	2	2	1	14
42	BP-08	Buena práctica	Valorización de residuos de faena	2	3	3	3	3	3	2	19
43	BP-09	Buena práctica	Lean ambiental	2	2	3	3	3	3	1	17

Nº	CÓD	SEGREGACIÓN DE INICIATIVA	INICIATIVA	CUADRO DE PUNTUACIÓN							EVALUACIÓN
				COMPLEJIDAD PRINCIPAL DE LA INICIATIVA	RESTRICCIÓN PRINCIPAL APLICACIÓN	APLICACIÓN EN PYME	APLICACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO	QUICK WINS	COSTO/ BENEFICIO	ÁMBITO CULTURAL EN MATERIA DE AVANCE	
44	BP-10	Buena práctica	Seguimiento mensual del consumo de agua en obra	2	3	3	3	3	3	2	19
45	BP-11	Buena práctica	Reparación de fugas	2	3	3	3	3	3	3	20
46	BP-12	Buena práctica	Educación sobre el uso eficiente del agua en obra a trabajadores	2	3	3	3	3	3	3	20
47	BP-13	Buena práctica	Instalación de señaléticas ambientales en faena	2	3	3	3	3	3	3	20
48	BP-14	Buena práctica	Certificación de vivienda sustentable (CVS)	1	2	3	3	1	2	2	14
49	BP-15	Buena práctica	Concientización ambiental hacia la comunidad	2	2	3	3	3	3	3	19

